ORTAÖĞRETİM

FEN LİSESİ
BİYOLOJİ

11

DERS KİTABI

YAZARLAR

Esra DEMİRBİLEK
Sevinç KOLOTOĞLU
Şükrüye AKAN

DEVLET KİTAPLARI
İKİNCİ BASKI
……., 2019

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 6730
DERS KİTAPLARI DİZİSİ .....: 1771

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI	Ali KAYA, Kubilay ÜNSAL
REHBERLİK VE GELİŞİM UZMANI	Füsun AKMANOĞLU ONAT
GÖRSEL TASARIM UZMANI	Şebnem AYDIN GÜNDÜZ, Sevgi KIRMACI
GRAFİK TASARIM UZMANI	N. Şafak ÖZDOĞAN

ISBN 978-975-11-4630-4

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 28.05.2018 gün ve 78 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş, Destek Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 28.05.2019 gün ve 10443977 sayılı yazısı ile ikinci defa 62.215 adet basılmıştır.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

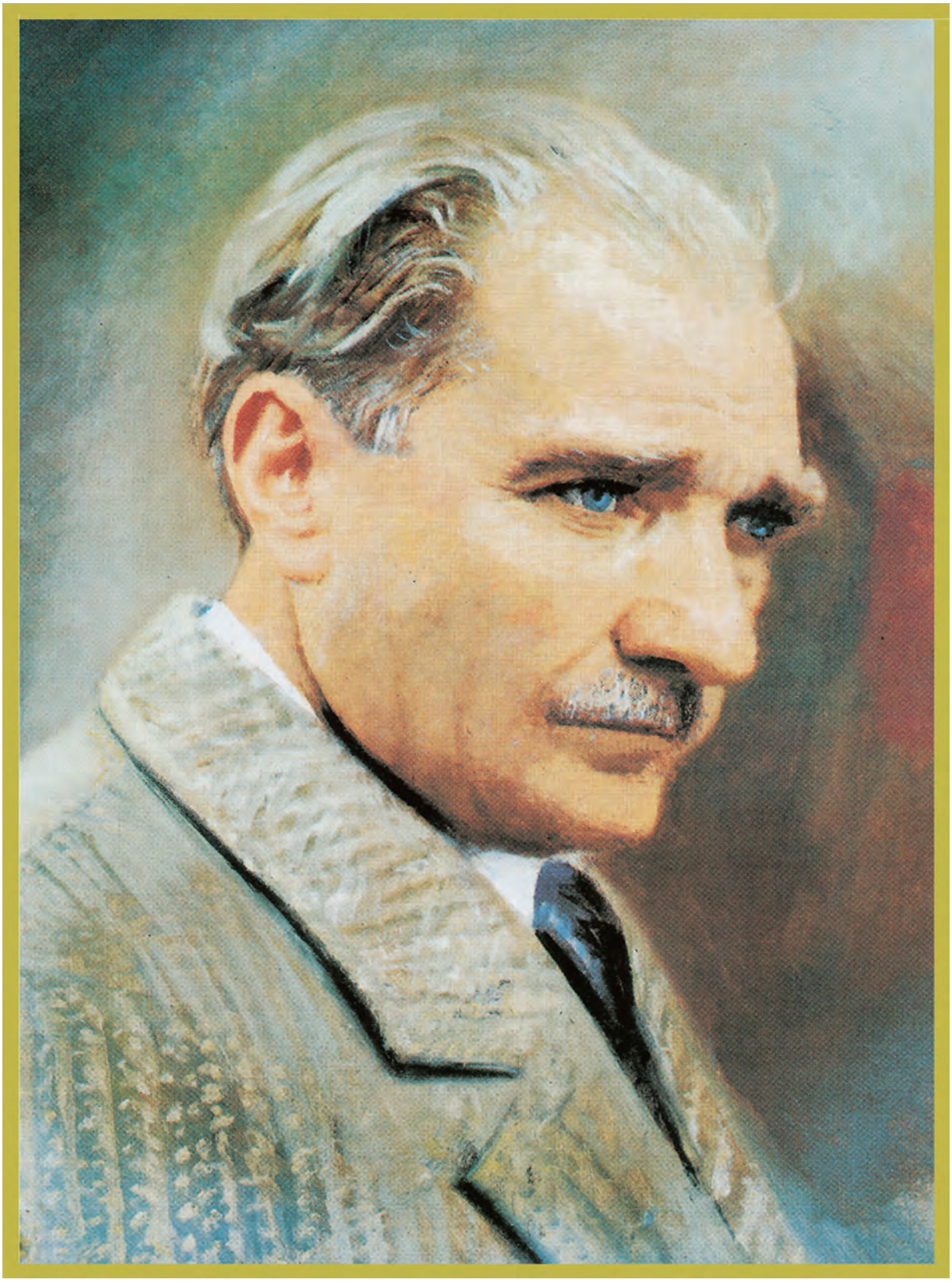
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

GÜVENLİK İŞARETLERİ

Deney etkinliklerinde karşılaşacağınız tehlikelere karşı kendinizin ve çevrenizin güvenliğini sağlamak amacıyla uymanız gereken bazı kurallar bulunmaktadır. Bu kuralların ne için olduğu ve sembolleri aşağıda verilmiştir.

ÖNLÜK GİYİN

Bu sembol, deney yaparken kullanılan malzemelerin sıçrama, delme gibi etkileri olabileceği için üzerinize koruyucu önlük giyilmesi gerektiğini hatırlatır.

ELDİVEN GİYİN

Bu sembol, deney sırasında cilde zarar gelmemesi için eldiven takılması gerektiğini gösteren uyarı işaretidir.

MASKE KULLANIN

Bu sembol, deney sırasında maske takılması gerektiğini hatırlatan uyarı işaretidir.

BİYOLOJİK TEHLİKE

Bu sembol, kullanılan malzemede biyolojik risk oluşturacak bakteri, mantar vb. organizmaların olabileceğini gösteren uyarı işaretidir.

KIRILABİLİR MALZEME

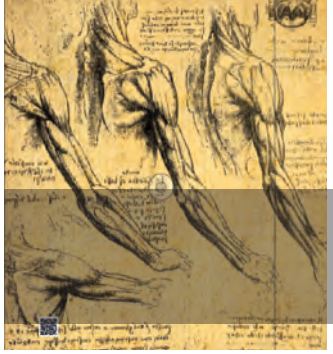
Bu sembol, deneyde kullanılacak cam malzemelerin kırılabileceğini gösteren uyarı işaretidir.

KESİCİ/DELİCİ CİSİM

Bu sembol, deneyde kullanılacak malzemelerin kesici, delici olduğunu gösteren uyarı işaretidir.

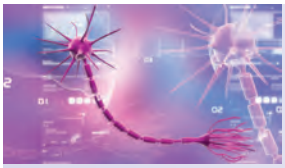
ISI GÜVENLİĞİ

Bu sembol, deney sırasında sıcak cisimlerle çalışıldığı için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini hatırlatan uyarı işaretidir.



İÇİNDEKİLER
KİTAP TANITIMI

ÜNİTE 1
İNSAN FİZYOLOJİSİ



Bölüm 1: Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları 16

Giriş 20
1.1. Sinirler ve Hormonlar 23

1.1.1. Sinir Sistemi Yapı, Görev ve İşleyişi 23
1.1.1.1. Merkezî Sinir Sistemi 28
1.1.1.2. Çevresel Sinir Sistemi 35

1.1.2. Endokrin Bezler ve Hormonlar 40
1.1.2.1. Hipofiz Bezi 41
1.1.2.2. Tiroit Bezi 43
1.1.2.3. Paratiroit Bezi 44
1.1.2.4. Böbrek Üstü Bezleri (Adrenal Bezler) 45
1.1.2.5. Pankreas 47
1.1.2.6. Eşeysel Bezler 49
1.1.2.7. Timüs Bezi 49
1.1.2.8. Epifiz Bezi 49

1.1.3. Sinir Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması 51
1.1.3.3. Mahmut Gazi YAŞARGİL'in Çalışmaları 54

1.1.4. Duyu Organları 56
1.1.4.1. Göz 56
1.1.4.2. Kulak 60
1.1.4.3. Burun 65
1.1.4.4. Dil 66
1.1.4.5. Deri 67
1.1.4.6 İbn Sina'nın Biyoloji Bilimine Katkıları 70

Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları Ölçme ve Değerlendirme Bölümü 71

Bölüm 2: Destek ve Hareket Sistemi 74

1.2. Destek ve Hareket Sistemi 77
1.2.1. İskelet Sistemi 77
1.2.1.1. Kemik Doku 78
1.2.1.2. Kıkırdak Doku 82
1.2.1.3. Eklemler 83
1.2.2. Kas Sistemi 83
1.2.2.1. İskelet Kasları (Çizgili Kaslar) 84
1.2.2.2. Düz Kaslar 85
1.2.2.3. Kalp Kası 85
1.2.2.4. Huxley'in Kayan İplikler Modeli (Çizgili Kasın Kasılma Modeli) 86
1.2.2.5. Kasılma Sırasında Gerçekleşen Kimyasal Olaylar ve Kasılma Mekanizması 86

1.2.3. Destek ve Hareket Sisteminin Hastalıkları ve Sağlığının Korunması 91

Destek ve Hareket Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü 95

Bölüm 3: Sindirim Sistemi..... 98

1.3. Sindirim Sistemi.....101

1.3.1. Sindirim Kanalı Organları 101

1.3.1.1. Ağız 102
1.3.1.2. Yutak (Farinks).....103
1.3.1.3. Yemek Borusu (Özofagus).....103
1.3.1.4. Mide 104
1.3.1.5. İnce Bağırsak 105
1.3.1.6. Kalın Bağırsak.....108

1.3.2. Sindirime Yardımcı Organlar.....108

1.3.2.1. Tükürük Bezleri 108
1.3.2.2. Karaciğer 109
1.3.2.3. Pankreas.....110

1.3.3. Besinlerin Kimyasal Sindirimi.....110

1.3.3.1. Karbonhidratların Sindirimi 111
1.3.3.2. Proteinlerin Sindirimi 111
1.3.3.3. Yağların Sindirimi 112
1.3.3.4. Nükleik Asitlerin Sindirimi.....112

1.3.4. Besinlerin Emilimi.....115

1.3.5. Sindirim Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması.....117

Sindirim Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü.....120

Bölüm 4: Dolaşım Sistemleri.....124

1.4. Dolaşım Sistemleri.....127

1.4.1 Kan Dolaşımı 127

1.4.1.1. Kalp 127
1.4.1.2. Kalbin Çalışma Mekanizması ve Çalışmasını Etkileyen Faktörler 130
1.4.1.3. Kan Damarlarının Yapısı ve Görevleri.....133
1.4.1.4. Kanın Vücuttaki Dolaşımı 136
1.4.1.5. Kan.....141

1.4.2. Lenf Dolaşımı 149

1.4.2.1. Lenf Damarları.....150
1.4.2.2. Lenf Düğümleri 151
1.4.2.3. Lenf-Kan Dolaşımı İlişkisi 151
1.4.2.4. Lenf Dolaşımı-Bağışıklık İlişkisi.....152

1.4.3. Dolaşım Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması 153

1.4.4. Bağışıklık (Savunma) Sistemi 159

1.4.4.1. Özgül Olmayan (Doğal) Bağışıklık 159
1.4.4.2. Özgül (Spesifik) Bağışıklık.....161
1.4.4.3. Bağışıklığın Kazanılması.....163

Dolaşım Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü.....167

Bölüm 5: Solunum Sistemi.....172

1.5. Solunum Sistemi.....175

1.5.1. Solunum Sistemi Organları 175
1.5.2. Soluk Alıp Verme Mekanizması 178
1.5.3. Solunum Gazlarının Taşınması 183
1.5.4. Solunum Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması.....186

Solunum Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü.....188

Bölüm 6: Üriner Sistem 192

1.6. Üriner Sistem..... 196

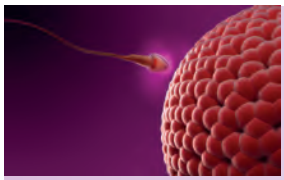
1.6.1. Böbreğin Yapısı..... 197

1.6.2. Nefronun İşlevi ve İdrar Oluşumu..... 200

1.6.3. Böbreğin Görevleri..... 204

1.6.4. Üriner Sistem Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması..... 206

Üriner Sistem Ölçme ve Değerlendirme Bölümü..... 210



Bölüm 7: Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim..... 214

1.7. Üreme Sistemi..... 217

1.7.1.Üreme Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi..... 217

1.7.1.1 Dişi Üreme Sistemi..... 217

1.7.1.2 Erkek Üreme Sistemi..... 223

1.7.2. İnsanda Embriyonik Gelişim..... 226

1.7.3. Üreme Sisteminin Sağlığının Korunması..... 235

Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim Ölçme ve Değerlendirme Bölümü..... 238

İnsan Fizyolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü..... 242

ÜNİTE 2
KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ

Bölüm 1: Komünite Ekolojisi..... 252

2.1. Komünite Ekolojisi..... 257

2.1.1. Komünite Yapısı..... 258

2.1.2. Komünitede Rekabet..... 258

2.1.3. Komünitede Simbiyotik İlişkiler..... 262

2.1.4. Komünitede Süksesyon..... 265

Komünite Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü..... 268

Bölüm 2: Popülasyon Ekolojisi..... 270

2.2. Popülasyon Ekolojisi..... 273

2.2.1. Popülasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler..... 273

2.2.1.1. Popülasyon Yoğunluğu..... 273

2.2.1.2. Popülasyon Taşıma Kapasitesi..... 275

2.2.1.3. Popülasyonun Dağılımı..... 276

Popülasyon Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü..... 281

Komünite ve Popülasyon Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü..... 284

- **EKLER**
- **ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME FORMLARI 287**
- **CEVAP ANAHTARI 289**
- **SÖZLÜK 304**
- **DİZİN 309**
- **KAYNAKÇA 312**

• Ünite adı ve girişin bulunduğu bölümdür.

ÜNİTE 1

İNSAN FİZYOLOJİSİ

Bölüm 1: Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları
Bölüm 2: Destek ve Hareket Sistemi
Bölüm 3: Sindirim Sistemi
Bölüm 4: Dolaşım Sistemleri
Bölüm 5: Solunum Sistemi
Bölüm 6: Üriner Sistem
Bölüm 7: Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim

"Bir ulusun asker ordusu ne kadar güçlü olursa olsun, kazandığı zafer ne kadar yüce olursa olsun, bir ulus ilim ordusuna sahip değilse, savaş meydanlarında kazanılmış zaferlerin sonu olacaktır. Bu nedenle bir an önce büyük, mükemmel bir ilim ordusuna sahip olma zorunluluğu vardır."

Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK

Bölüm 1

Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları

• Bölüm ana başlığının bulunduğu kısımdır.

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenciler;

- Denetleyici ve düzenleyici sistemin temelinin homeostazi olduğunu ve bu kavramın insan hayatı için önemini öğrenir.
- Doku, organ ve sistem arasında ilişki kurarak bu ünitede yer alan sistemlerle bağdaştırır.
- Sinir hücresinin yapısını, işleyiş mekanizmasını, insan vücudundaki yerini ve önemini açıklar.
- Hormonları salgılayan bezlerin ve hormonların işleyiş mekanizmasının insan büyüme ve gelişimi üzerindeki etkilerini bilerek bu bilgileri günlük yaşamındaki durumlarla karşılaştırır.
- Denetleyici ve düzenleyici sistemin bozulmasından kaynaklanan hastalıkları tanır.
- Duyu organlarının yapısını ve işleyişini açıklar.
- Duyu organları rahatsızlıkları hakkında bilgi sahibi olarak çevresindeki engelli bireylere karşı duyarlı davranır.
- Denetleyici ve düzenleyici sistemin keşfedilmesinde önemli yeri olan İbn Sina, İbn Heysem ve Mahmut Gazi Yaşargil gibi önemli bilim adamlarını tanır. Teknolojinin bu sistemde nasıl kullanıldığını fark eder.

• Bölümün amaçlarının verildiği bölümdür.

Kavramlar ve Terimler

- Diyabet
- Duyu Organları
- Elektör
- Geri Bildirim
- Hormon
- İmpuls
- Refleks
- Sinaps
- Teknoloji

• Konu ile ilgili kavram ve terimlerin verildiği bölümdür.

Bölüm İçeriği

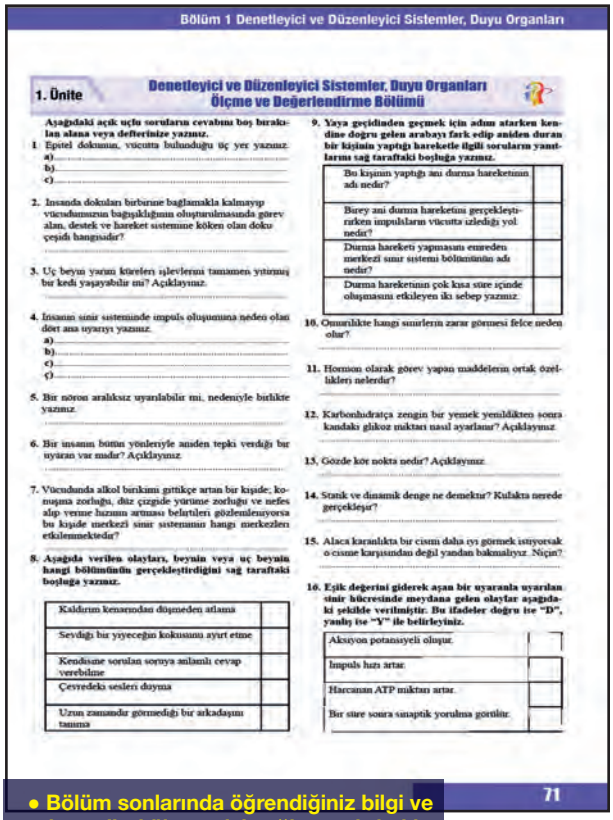
- Homeostazi
- Dokular
- Sinirler ve Hormonlar
  - Sinir Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi
  - Endokrin Bezler ve Hormonlar
  - Sinir Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması
  - Duyu Organları

• Bölüm içeriğinin bulunduğu kısımdır.

• Konuya hazırlık amaçlı soruların olduğu bölümdür.

Hazırlık Soruları

1. Karmaşık davranışlarınızın ardında nasıl bir mekanizma gizli?
2. Nöronların elektriksel çalışma mekanizmasını düşündüğümüzde bilgisayar program yazılımları ile nöronlar arasında nasıl bir ilişki olabilir?
3. Robotların çalışma mekanizması ile beynin çalışma mekanizması arasında bir benzerlik var mıdır?
4. İşlerimizi etik ve ahlaki kurallarla yönetirken beyniniz nasıl çalışır?
5. Hormonlar duygu ve davranışlarınızı etkiler mi?
6. Annenizin hazırladığı çöreğin kokusu beyninizde nasıl saklanıyor? Kokuları algılayan bir robot yapmak mümkün mü?
7. Çalışmaları geçmişten günümüze ulaşan İbn Sina ile İbn Heysem'i ve yüzyılımızın beyin cerrahını tanıyor musunuz? Gelecek yüzyılın beyin cerrahı olmak ister misiniz?
8. Elinizde sıcak bir içecek bardağı varken size doğru yaklaşmakta olan görme ve işitme engelli birini bu durumdan nasıl haberdar edersiniz?



Bölüm 1 Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları

1. Ünite

Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları
Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Epitel dokunun, vücutta bulunduğu üç yer yazınız.
a)
b)
c)

2. İnsanda dokuları birbirine bağlamakla kalmayıp vücudumuzun bağışıklığının oluşturulmasında görev alan, destek ve hareket sistemine kökeni olan doku çeşidi hangisidir?

3. Üç beyin yarım küreleri işlevlerini tamamen yitirmiş bir kedi yaşayabilir mi? Açıklayınız.

4. İnsanın sinir sisteminde impuls oluşumuna neden olan dört ana uyarıyı yazınız.
a)
b)
c)
ç)

5. Bir nöron aralıksız uyarılabilir mi, nedeniyle birlikte yazınız.

6. Bir insanın bütün yönleriyle aniden tepki verdiği bir uyaran var mıdır? Açıklayınız.

7. Vücudunda alkol birikimi gittikçe artan bir kişide; konuşma zorluğu, düz çizgide yürüme zorluğu ve nefes alıp verme hızının artması belirtileri gözlemleniyorsa bu kişide merkezî sinir sisteminin hangi merkezleri etkilenmektedir?

8. Aşağıda verilen olayları, beynin veya üç beynin hangi bölümünün gerçekleştirdiğini sağ taraftaki boşluğa yazınız.

Kaldırım kenarından düşmeden atlama	
Sevdiği bir yiyeceğin kokusunu ayırt etme	
Kendisine sorulan soruya anlamlı cevap verebilme	
Çevredeki sesleri duyma	
Uzun zamandır görmediği bir arkadaşını tanıma	

9. Yaya geçidinden geçmek için adım atarken kendine doğru gelen arabayı fark edip aniden duran bir kişinin yaptığı hareketle ilgili soruların yanıtlarını sağ taraftaki boşluğa yazınız.

Bu kişinin yaptığı ani durma hareketinin adı nedir?	
Birey ani durma hareketini gerçekleştirirken impulsların vücutta izlediği yol nedir?	
Durma hareketi yapmasını emreden merkezî sinir sistemi bölümünün adı nedir?	
Durma hareketinin çok kısa süre içinde oluşmasını etkileyen iki sebep yazınız.	

10. Omurilikte hangi sinirlerin zarar görmesi felce neden olur?

11. Hormon olarak görev yapan maddelerin ortak özellikleri nelerdir?

12. Karbonhidratça zengin bir yemek yemildikten sonra kandaki glikoz miktarı nasıl ayarlanır? Açıklayınız.

13. Gözde kör nokta nedir? Açıklayınız.

14. Statik ve dinamik denge ne demektir? Kulakta nerede gerçekleşir?

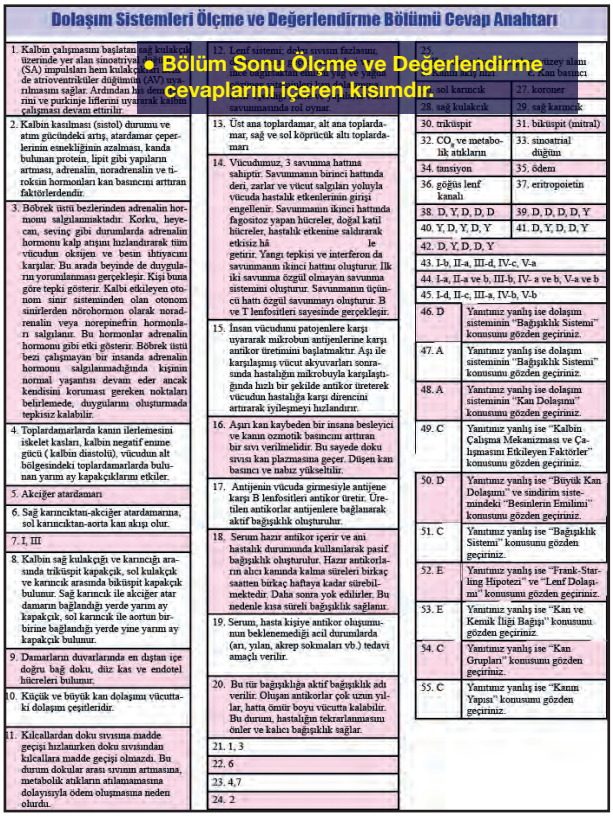
15. Alaca karanlıkta bir cisim daha iyi görmek istiyorsak o cisme karşısından değil yandan bakmalıyız. Niçin?

16. Eşik değerini giderek aşan bir uyaranla uyarılan sinir hücresinde meydana gelen olaylar aşağıdaki şekilde verilmiştir. Bu ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Aksiyon potansiyeli oluşur.	
İmpuls hızı artar.	
Harcanan ATP miktarı artar.	
Bir süre sonra sinaptik yorulma görülür.	

71

• Bölüm sonlarında öğrendiğiniz bilgi ve becerileri ölçmenizi sağlayacak farklı soru tiplerini içeren bölümdür.



Dolaşım Sistemleri Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. Kalbin çalışmasını başlatan sağ kulakçık üzerinde yer alan sinoatriyal (SA) impulsları hem kulakçıkların hem de atrioventriküler düğümün (AV) uyarılmasını sağlar. Ardından his demetlerini ve purkinje liflerini uyararak kalbin çalışmayı devam ettirilir.
2. Kalbin kasılması (sistol) durumu ve atım gücündeki artış, atardamar çeperlerinin esnekliğinin azalması, kanda bulunan protein, lipit gibi yapıların artması, adrenalin, noradrenalin ve tiroksin hormonları kan basıncını arttıran faktörlerdendir.
3. Böbrek üstü bezlerinden adrenalin hormonu salgılanmaktadır. Korku, heyecan, sevinç gibi durumlarda adrenalin hormonu kalp atışını hızlandırarak tüm vücudun oksijen ve besin ihtiyacını karşılar. Bu arada beyinde de duygularını yorumlamasını gerçekleşir. Kişi buna göre tepki gösterir. Kalbi etkileyen otonom sinir sisteminden olan otonom sinirlerden nörohormon olarak noradrenalin veya norepinefrin hormonları salgılanır. Bu hormonlar adrenalin hormonu gibi etki gösterir. Böbrek üstü bezi çalışmayan bir insanda adrenalin hormonu salgılanmadığında kişinin normal yaşantısı devam eder ancak kendisini koruması gereken noktaları belirlemede, duygularını oluşturmada tepkisiz kalabilir.
4. Toplardamarlarda kanın ilerlemesini iskelet kasları, kalbin negatif emme gücü (kalbin diastolü), vücudun alt bölgesindeki toplardamarlarda bulunan yarım ay kapakçıklarını etkiler.
5. Akciğer atardamarı
6. Sağ karıncıktan-akciğer atardamarına, sol karıncıktan-aorta kan akışı olur.
7. I, III
8. Kalbin sağ kulakçığı ve karıncığı arasında triküspit kapakçık, sol kulakçık ve karıncık arasında biküspit kapakçık bulunur. Sağ karıncık ile akciğer atar damarın bağlandığı yerde yarım ay kapakçık, sol karıncık ile aortun birbirine bağlandığı yerde yine yarım ay kapakçık bulunur.
9. Damarların duvarlarında en dıştan içe doğru bağ doku, düz kas ve endotel hücreleri bulunur.
10. Küçük ve büyük kan dolaşımı vücuttaki dolaşım çeşitleridir.
11. Kılcallardan doku sıvısına madde geçişi hızlanırken doku sıvısından kılcallara madde geçişi olmazdı. Bu durum dokular arası sıvının artmasına, metabolik atıkların atılamamasına dolayısıyla ödem oluşmasına neden olurdu.
12. Lenf sistemi, doku sıvısını fazlasını [illegible] kan basıncı
13. Üst ana toplardamar, alt ana toplardamar, sağ ve sol köprücük altı toplardamarı
14. Vücudumuz; 3 savunma hattına sahiptir. Savunmanın birinci hattında deri, zarlar ve vücut salgıları yoluyla vücuda hastalık etkenlerinin girişi engellenir. Savunmanın ikinci hattında fagositoz yapan hücreler, doğal katil hücreler, hastalık etkenine saldırarak etkisiz hâ le getirir. Yangı tepkisi ve interferon da savunmanın ikinci hattını oluşturur. İlk iki savunma özgül olmayan savunma sistemini oluşturur. Savunmanın üçüncü hattı özgül savunmayı oluşturur. B ve T lenfositleri sayesinde gerçekleşir.
15. İnsan vücudunu patojenlere karşı uyararak mikrobun antijenlerine karşı antikor üretimini başlatmaktır. Aşı ile karşılaşmış vücut akyuvarları sonrasında hastalığın mikrobuyla karşılaştığında hızlı bir şekilde antikor üreterek vücudun hastalığa karşı direncini arttırarak iyileşmeyi hızlandırır.
16. Aşırı kan kaybeden bir insana besleyici ve kanın ozmotik basıncını arttıran bir sıvı verilmelidir. Bu sayede doku sıvısı kan plazmasına geçer. Düşen kan basıncı ve nabız yükselir.
17. Antijenin vücuda girmesiyle antijene karşı B lenfositleri antikor üretir. Üretilen antikorlar antijenlere bağlanarak aktif bağışıklık oluşturulur.
18. Serum hazır antikor içerir ve ani hastalık durumunda kullanılarak pasif bağışıklık oluşturulur. Hazır antikorların alıcı kanında kalma süreleri birkaç saatten birkaç haftaya kadar sürebilmektedir. Daha sonra yok edilirler. Bu nedenle kısa süreli bağışıklık sağlanır.
19. Serum, hasta kişiye antikor oluşumının beklenemediği acil durumlarda (arı, yılan, akrep sokmaları vb.) tedavi amaçlı verilir.
20. Bu tür bağışıklığa aktif bağışıklık adı verilir. Oluşan antikorlar çok uzun yıllar, hatta ömür boyu vücutta kalabilir. Bu durum, hastalığın tekrarlanmasını önler ve kalıcı bağışıklık sağlar.
21. 1, 3
22. 6
23. 4,7
24. 2
25. [illegible] üzey alanı kan basıncı
26. sol karıncık
27. koroner
28. sağ kulakçık
29. sağ karıncık
30. triküspit
31. biküspit (mitral)
32. CO_2 ve metabolik atıkların
33. sinoatrial düğüm
34. tansiyon
35. ödem
36. göğüs lenf kanalı
37. eritropoietin
38. D, Y, D, D, D
39. D, D, D, D, Y
40. Y, D, Y, D, Y
41. D, Y, D, D, Y
42. D, Y, D, D, Y
43. I-b, II-a, III-d, IV-c, V-a
44. I-a, II-a ve b, III-b, IV- a ve b, V-a ve b
45. I-d, II-c, III-a, IV-b, V-b
46. D — Yanıtınız yanlış ise dolaşım sisteminin "Bağışıklık Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
47. A — Yanıtınız yanlış ise dolaşım sisteminin "Bağışıklık Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
48. A — Yanıtınız yanlış ise dolaşım sisteminin "Kan Dolaşımı" konusunu gözden geçiriniz.
49. C — Yanıtınız yanlış ise "Kalbin Çalışma Mekanizması ve Çalışmasını Etkileyen Faktörler" konusunu gözden geçiriniz.
50. D — Yanıtınız yanlış ise "Büyük Kan Dolaşımı" ve sindirim sistemindeki "Besinlerin Emilimi" konusunu gözden geçiriniz.
51. C — Yanıtınız yanlış ise "Bağışıklık Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
52. E — Yanıtınız yanlış ise "Frank-Starling Hipotezi" ve "Lenf Dolaşımı" konusunu gözden geçiriniz.
53. E — Yanıtınız yanlış ise "Kan ve Kemik İliği Bağışı" konusunu gözden geçiriniz.
54. C — Yanıtınız yanlış ise "Kan Grupları" konusunu gözden geçiriniz.
55. C — Yanıtınız yanlış ise "Kanın Yapısı" konusunu gözden geçiriniz.

• Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme cevaplarını içeren kısımdır.

Köpek balıkları bu durum[illegible] otçul canlıların beslenme sırasında çaylırdan çıkarttıkları böceklerle sığır kuşları ve öküz ba[illegible]lenir [Görsel 2.8 (b)].

Bu kuş türleri otçul canlıların yanında bulunup beslenme açısından yarar sağlarken otçul canlılar bu durumdan etkilenmez.

Araştıralım-Paylaşalım
Farklı canlı örneklerinde simbiyotik ilişkileri araştırınız ve pano hazırlayarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

(a) (b)

Görsel 2.8: Kommensalizm örnekleri

2.1.4. Komünitede Süksesyon

Komünitelerin göze çarpan özelliklerinden biri, değişime uğramalarıdır. Buzul hareketleri, volkanik patlamalar gibi doğal olayların yanı sıra yangın, baraj yapımı, aşırı otlatma gibi insan müdahaleleriyle komünitenin yapısı bozulabilir, baskın türler yok olabilir, canlılar göç edebilir. Zamanla bunların yerine önce bir tür sonra başka türler gelir. Bir süre sonra türler komünitelerde kararlı bir şekilde varlığını sürdürür. Komünitelerdeki bu değişim süreci **süksesyon** adını alır.

Bir volkanik ada veya buzulların çekilmesiyle meydana gelen, toprağın henüz oluşmadığı ve yaşamın bulunmadığı bir ortamda, genellikle ilk görülen canlılar üretici ve tüketici prokaryotlar ve bir hücrelilerdir. Ardından liken ve yosunlar oluşmaya başlar. Zaman geçtikçe kayaların aşınması, canlıların organik atıkları birikmeye başladıkça toprağın oluşması başlar. Toprağın oluşmasının ardından sırasıyla ot, çalı, ağaçlar gelişim gösterir. Yangınlar ve bazı yıkıcı faaliyetler sonucu komünitenin bozulduğu, fakat toprağın sağlam kaldığı ortamlarda ise süksesyonu başlatan topraktaki mikroorganizmalardır. Toprakta bulunan mikroorganizmalar otsu bitkiler için toprağı uygun hale getirdikten sonra ilk olarak otsu bitkiler veya ağaçsı çalılar yerleşir. Ardından bölgede, bu bitkilerin yerine orman ağaçları geçer.

Görsel 2.9: Süksesyonun oluşumu

• Öğrencinin araştırma ve paylaşma becerilerini geliştirmesini destekleyen bölümdür.

Okuyorum

Zombi Karıncalar

Brezilya'nın tropikal yağmur ormanlarında korku filmini andıran bir biyolojik ilişki yaşanıyor. Kahramanlarımız bir mantar (fungus) [(*Ophiocordyceps unilateralis*), (Ofikordiseps yunilateralisi)] ve marangoz karıncalar [(*Camponotus leonardi*), (Kamponotus leonardi)]. İşte bu korku dolu filmin özeti:

Katil fungusun tek bir amacı var, o da üremek için uygun zemini bulmak. Kurban karıncanın yapması gereken ise ölüm yürüyüşünü gerçekleştirerek kendisi için seçilmiş mezara gitmek.

Marangoz karıncalar yağmur ormanlarının yüksek dallarında yaşıyor, yuvalarını ağaç kovuklarına yapıyor. Koloniler halinde dolaşıyor ve sürekli ağaç dallarından orman zeminine, oradan tekrar yukarılara çıkarak yaşamlarına devam ediyorlar. Bu normal yaşam döngüsü bir gün fungusun karıncayı hasta etmeyle korkunç bir şekilde değişiyor. Karıncalar orman zeminindeki fungus sporlarıyla temas edince hastalık başlıyor ve yaklaşık bir hafta içinde karıncanın tüm vücudu ve başı fungus sporları tarafından işgal ediliyor. Hasta karıncaların kasları deforme oluyor ve kaslarında yırtılmalar başlıyor. Hastalık aynı zamanda karıncanın merkezi sinir sistemini de etkiliyor. İşte bu noktada karıncaların davranışları değişiyor ve tıpkı bir zombi gibi davranmaya başlıyor. Normalde kolonileri ve takip edilen yoldan hiç ayrılmayan işçi marangoz karıncalar düzensiz davranışlar sergiliyor, zikzaklar çizerek nereye gittiklerini fark etmeden yürüyorlar. Neticede koloniden ayrılıyor ve bir daha yuvalarının yolunu bulamıyor.

Zombileştiren fungus, kasların istem dışı kasılmasına da neden oluyor ve hasta karıncalar ağaç dallarından yere düşerek orman zemininden yaklaşık 25 cm yukarıda yer alan bol yapraklı ve nemli bölgede bilinçsizce dolaşmaya başlıyor. Katil fungus en uygun zamanı bekliyor ve öldürücü yurusunu gerçekleştiriyor. Bu nemli bölge fungusun yaşamını devam ettirebilmesi ve üremesi için uygun koşullara sahip. İlginç olan şu ki öldürücü vuruş hemen hemen her zaman güneşin sıcaklığının en çok hissedildiği öğle saatlerinde gerçekleşiyor.

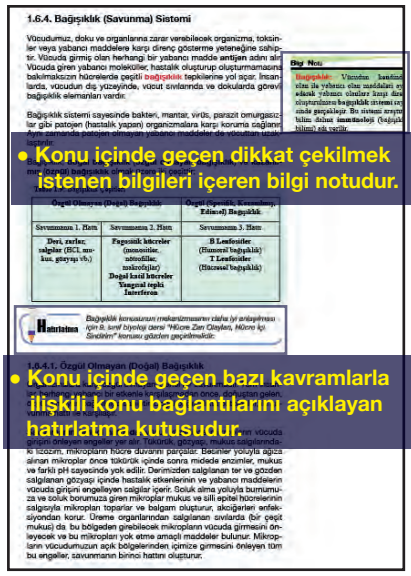
Zombi karınca, sanki fungus tarafından önceden programlanmış ve zorlanmış gibi davranarak yaprağın altındaki ana damarı ısırıyor ve bu vaziyette öylece ölüyor. Karıncanın başında çoğalan fungus sporları karıncanın çene kemiğindeki kasları ve bu kasları yöneten sinirleri kontrol altına alarak karıncanın ölüm ısırığını gerçekleştirmesini sağlıyor. Ölüm ısırığıyla birlikte karıncanın çene kemiği kilitleniyor ve ölükten sonra bile karınca bu vaziyette yaprağın altındaki ana damarda asılı kalıyor. Birkaç gün sonra karıncanın başında fungusun yüzlerce sporunu içinde taşıyan bir üreme kesesi oluşmaya başlıyor.

Görüntü gerçekten çok ilginç; yaprağa saplanmış ölü karıncanın başından uzanan bir sap ve sapın üzerinde bir kese. Fungus, sporlarını bu keselerden dışarı fırlatıyor ve yüzlerce öldürücü spor başka karıncaları hasta etmek üzere orman zeminine yayılıyor.

Yapılan araştırmalar bu şekilde zombi karıncalar yaratan dört fungus türü olduğunu söylüyor. Her bir fungus türü tek bir karınca türüne özelleşmiş durumda. Bu tür funguslara Afrika'nın, Brezilya'nın ve Tayland'ın tropik ormanlarında rastlanıyor. Uzmanlar, karıncaların davranışlarını değiştiren ve yönlendiren bu fungusun yaşam döngüsünün oldukça karmaşık olduğunu söylüyor. Araştırmacılar tarafından bulunan fosilleşmiş bir yaprak örneği bu tür ilişkinin yaklaşık 48 milyon yıl öncesinde bile var olduğunu gösteriyor. *(Kaynak: http://bilmganc.tubitak.gov.tr/makale/zombi-karincalar, Erişim Tarihi: 07.12.2017)*

254

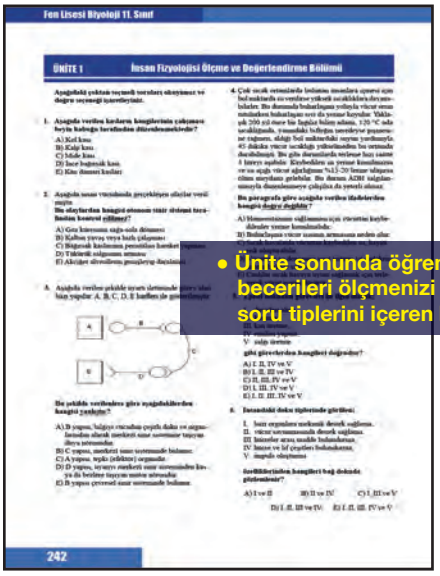
• Bölüm veya alt bölümle ilgili öne çıkan güncel konulara dikkat çekmek amaçlı hazırlanan okuma parçalarının olduğu bölümdür.



• Bazı bölüm sonlarında öğrendiğiniz bilgi ve becerileri ölçmenizi sağlayacak farklı ölçme araçlarıyla hazırlanmış bölümdür.

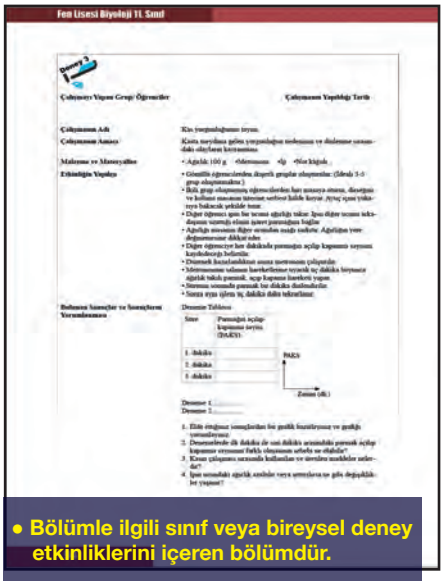
• Konu içinde geçen dikkat çekilmek istenen bilgileri içeren bilgi notudur.

• Konu içinde geçen bazı kavramlarla ilişkili konu bağlantılarını açıklayan hatırlatma kutusudur.

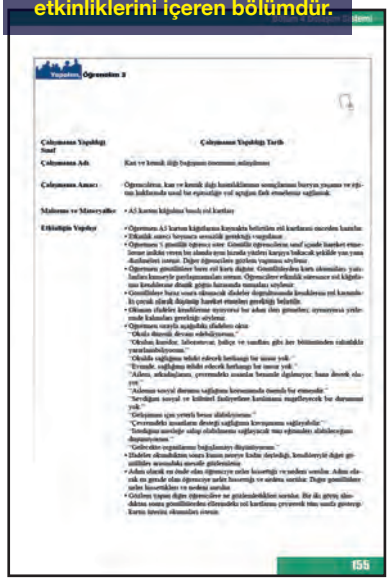


• Ünite sonunda öğrendiğiniz bilgi ve becerileri ölçmenizi sağlayacak farklı soru tiplerini içeren bölümdür.

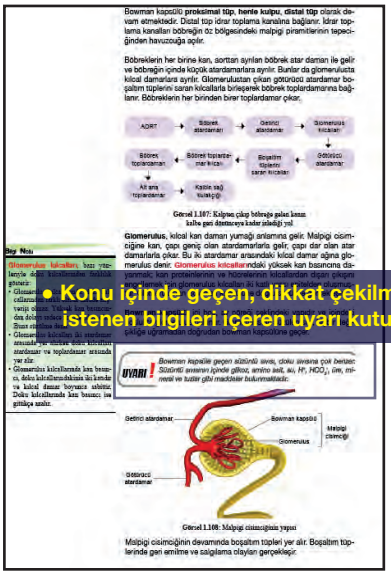
• Ünite sonu Ölçme ve Değerlendirme bölümlerinin cevaplarını içeren bölümdür.



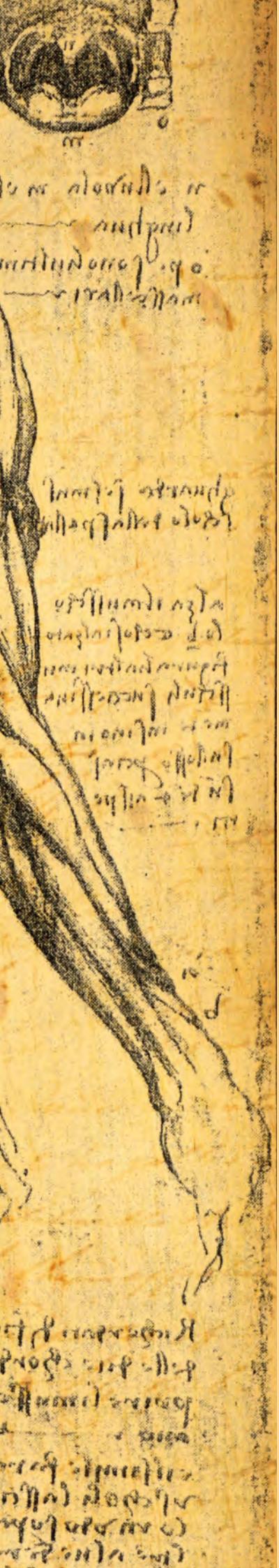
• Bölümle ilgili sınıf veya bireysel deney etkinliklerini içeren bölümdür.



• Bölümle ilgili sınıf veya grup etkinliklerini içeren bölümdür.



• Konu içinde geçen, dikkat çekilmek istenen bilgileri içeren uyarı kutusudur.



ÜNİTE 1

İNSAN FİZYOLOJİSİ

Bölüm 1: Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları

Bölüm 2: Destek ve Hareket Sistemi

Bölüm 3: Sindirim Sistemi

Bölüm 4: Dolaşım Sistemleri

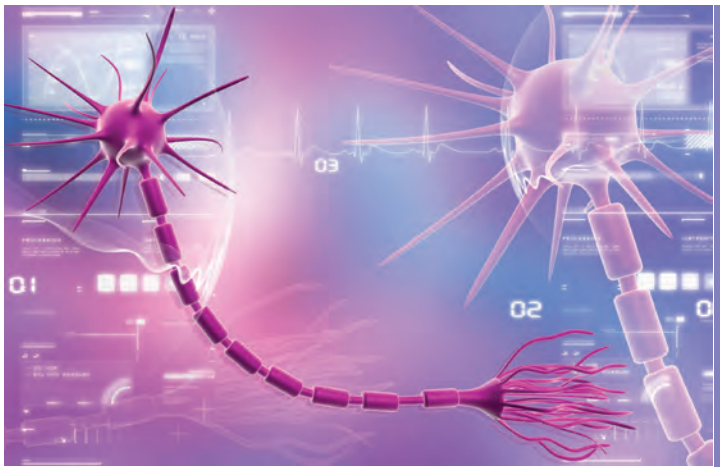
Bölüm 5: Solunum Sistemi

Bölüm 6: Üriner Sistem

Bölüm 7: Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim

"Bir ulusun asker ordusu ne kadar güçlü olursa olsun, kazandığı zafer ne kadar yüce olursa olsun, bir ulus ilim ordusuna sahip değilse, savaş meydanlarında kazanılmış zaferlerin sonu olacaktır. Bu nedenle bir an önce büyük, mükemmel bir ilim ordusuna sahip olma zorunluluğu vardır."

Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK



Bölüm 1
Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenciler;

- ▶ Denetleyici ve düzenleyici sistemin temelinin homeostazi olduğunu ve bu kavramın insan hayatı için önemini öğrenir.
- ▶ Doku, organ ve sistem arasında kurduğu bu ilişkiyi ünitede yer alan sistemlerle bağdaştırır.
- ▶ Sinir hücresinin yapısını, işleyiş mekanizmasını, insan vücudundaki yerini ve önemini açıklar.
- ▶ Hormonları salgılayan bezlerin ve hormonların işleyiş mekanizmasının insan büyüme ve gelişimi üzerindeki etkilerini bilerek bu bilgileri günlük yaşamındaki durumlarla karşılaştırır.
- ▶ Denetleyici ve düzenleyici sistemin bozulmasından kaynaklanan hastalıkları tanır.
- ▶ Duyu organlarının yapısını ve işleyişini açıklar.
- ▶ Duyu organları rahatsızlıkları hakkında bilgi sahibi olur ve çevresindeki engelli bireylere karşı duyarlı davranır.
- ▶ Denetleyici ve düzenleyici sistemin keşfedilmesinde önemli yeri olan İbn Sina, İbn Heysem ve Mahmut Gazi Yaşargil gibi önemli bilim insanlarını tanır, teknolojinin bu sistemde nasıl kullanıldığını fark eder.

Kavramlar ve Terimler

- Diyabet
- Duyu Organları
- Efektör
- Endokrin Bez
- Geri Bildirim
- Hormon
- İmpuls
- Nöron
- Refleks
- Sinaps
- Teknoloji

Bölüm İçeriği

- ▶ Homeostazi
- ▶ Dokular
- ▶ Sinirler ve Hormonlar
  - Sinir Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi
  - Endokrin Bezler ve Hormonlar
  - Sinir Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması
  - Duyu Organları
- ▶ Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları Ölçme ve Değerlendirme

Hazırlık Soruları

1. Karmaşık davranışlarımızın ardında nasıl bir mekanizma gizli?

2. Nöronların elektriksel çalışma mekanizmasını düşündüğümüzde bilgisayar program yazılımları ile nöronlar arasında nasıl bir ilişki olabilir?

3. Robotların çalışma mekanizması ile beynin çalışma mekanizması arasında bir benzerlik var mıdır?

4. İşlerimizi etik ve ahlaki kurallarla yönetirken beynimiz nasıl çalışır?

5. Hormonlar duygu ve davranışlarınızı etkiler mi?

6. Çöreğin kokusu beyninizde nasıl saklanıyor? Kokuları algılayan bir robot yapmak mümkün mü?

7. Çalışmaları geçmişten günümüze ulaşan İbn Sina ile İbn Heysem'i ve yüzyılımızın beyin cerrahını tanıyor musunuz? Gelecek yüzyılın beyin cerrahı olmak ister misiniz?

8. Elinizde sıcak bir içecek bardağı varken size doğru yaklaşmakta olan görme ve işitme engelli birini bu durumdan nasıl haberdar ederdiniz?

Oku-Yorum

Karmaşık Davranışların Ardındaki Bütünleştirici Güç: Beyin

Her gün, her dakika ve her saniye yeni şeyler öğreniyoruz ve birçok şeyi daha öğrenmek zorundayız. Eve aldığımız yeni bir makineyi nasıl kullanacağımızdan tutun da cep telefonumuza indirdiğimiz uygulamanın son güncellenmiş hâline kadar pek çok şeyi yine, yeniden öğrenmek zorundayız. Okulda öğrendiğimiz bilgilerden ya da mesleğimizi yapmak için öğrenmemiz gerekenlerden hiç bahsetmiyorum bile. "Beynimizin kapasitesi buna yeter mi? Ömrümüz buna yeter mi? Acelemiz var, öğrenmek ve öğrendiklerimizi uygulamak için zamanımız yeterli mi? Öğrendiğimiz çoğu şeyi unutuyoruz, unutmamak için ne yapmalıyız? Neden unutuyoruz?" gibi pek çok soru sorarız. Bu sorular bizi "Bu sorunu çözmek için hangi yöntemi seçmeliyiz?" sorusuna götürür. En çok bilene sorarız: "Bu durumla ilgili en iyi çözümünüz nedir?" ve sorular ardı ardına uzar, gider.

Sizin aklınıza gelen benim de aklıma geldi: Evet, yapay zekâ. Bir bakalım, acaba bildiklerimiz bizi nereye kadar götürebilir?

Beynimiz genlerimizle belirlenmiş bir yapıya, ağırlığa, çalışma prensibine sahiptir. Bir yandan yeni şeyler öğrenmeye olanak sağlarken diğer taraftan öğrendiklerimizi hafıza olarak adlandırdığımız bölüme kaydeder. Hisleri, duyguları oluştururken mantıklı kararlar verebilmek için her an tetiktedir. Beyin yeni şeyler öğrenmek, kullanılmayan bilgilerin yerine yenilerini koymak için çalışır ya da artık hatırlanmak istenmeyen anıları yok etmek için unutmayı sağlar (demans etkisi). Öğrenmeyi, denemeyi ve düşünmeyi bırakmadığımız sürece beynimizin gerçekleştirdiği bu işlemler sürekli devam eder.

Peki zekâ diye adlandırdığımız şey nedir? Zekâ beynin hangi bölümünde saklıdır? Zekâ, Türk Dil Kurumuna göre şöyle tanımlanmış: "İnsanın düşünme, akıl yürütme, nesnel gerçekleri algılama, kavrama, yargılama ve

sonuç çıkarma yeteneklerinin tümü." Ruh bilimi terimi olarak ise "soyutlama, öğrenme ve yeni durumlara uyma yeteneklerinin toplamı" olarak tanımlanmaktadır.

Beynimiz herhangi bir problemle karşılaştığında bu durumla nasıl baş ediyor? Zekâmız problemi çözmek için nasıl bir yöntem izliyor? Sovyetler Birliği'nde bir patent subayı olan Genrich S. Altshuller (Genriç S. Altşulır), 1946'da, patentlerle ilgili incelemelerinde iki önemli sorunu fark etmişti:

Öne sürülen fikirler aslında bazı kavramların tekrarlanmasıdır.

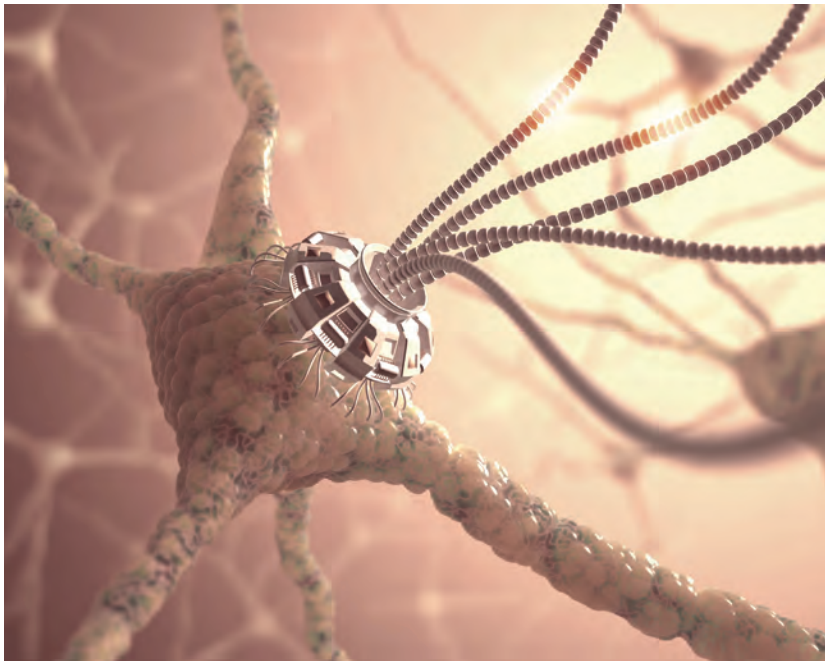
Soruna getirilen çözümler, başka problemleri doğurarak bir çelişkiler matrisi oluşturur.

Bu sorunları çözmek için, içinde pek çok tekniği barındıran bir fikir üretme yöntemi olan *TRIZ'ı [Teoriya Reshenia Izobretatelskikh Zadatch* (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi)] geliştirmiştir. Bu yöntemden sizlere niçin bahsettiğimi düşünebilirsiniz. Çünkü bu teori aslında beynimizin problemleri nasıl çözdüğünü veya zekâmızın sorunlara nasıl yaklaştığını özetlemektedir.

Tabloyu, bir problemle karşılaşıldığında, problemin çözümü için beynin izlediği yöntem açısından değerlendirmek gerekirse insan beyni önce kendi tecrübelerinden faydalanır. Tecrübelerin asıl kaynağı, kişisel bilgilerdir. "Tablo 1.1"de görüleceği üzere beyin % 32'lik bir başarıyla problemleri çözer. Yöntem eğer işe yaramazsa, öğrenmeler arası transfer yaparak küçük yenilikler dener. İkinci seviyeyi gösteren bu durum, diğer çözüm yollarından daha önemlidir. Çünkü beynin problemleri çözme kapasitesi % 45'tir. Başarıyı sağlayan, kişinin içinde bulunduğu grubun bilgi dağarcığı ve tecrübeleridir. Beyin elde edilen sonuçları yetersiz bulursa çözüm düşünür ve çözüme ulaşmak için daha büyük değişiklikler yapar. Bu seviyede beynin problem çözme kapasitesi %18'le ilk iki seviyeden daha düşüktür. Beyin, yapacağı büyük yenilikleri nasıl yapacağını bulmak için, ait olduğu küçük grubun daha genişine başvurur. Geniş grubun tecrübelerini, kendi tecrübesi hâline getirir. Geniş grupla çalışırken farklı sektörleri barındıran bir çevreyle tanışır. Bu çevreden aldığı yeni bilgiler yardımıyla, aradığı bilgiyi tanımladığı bir kavrama dönüştürür. Beyin problemleri çözmede artık dördüncü seviyeye erişmiştir. Eğer beyin, problemler karşısında, şimdiye kadar edindiği tecrübeleri kendi içinde eritir ve yeniden şekillendirirse yeni bir buluşa imza atar. Tüm bilginin kullanıldığı beşinci seviye, buluş evresidir ve nadir görülen bir durumdur.

Eğer yapay zekânın bu anlatılanlarla olan ilgisini merak ediyorsanız, konunun zihnimizde tam olarak yer etmesini birkaç örnekle sağlayalım. Uzun ve yorucu işlemleri yapabilecek bir makinenin öğrenmesi ve karşılaştığı sorunları çözmesi beklenen bir şey değildi. Bunu başarmak için uzun bir süreç yaşandı. İlk olarak, satranç oynamak için tasarlanan bilgisayarın belleği yoktu. Tecrübelere göre karar veremez. Sadece satranç alanında uzmanlaşabilen, çevresindeki durum

ve etkilere göre tepki verebilen bir makinedir. 1997'de dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u (Geri Kasparov) bu tip bir bilgisayar yenmiştir. İkinci örnek olarak sürücüsüz araçlardan söz edelim. Bu araçlara sınırlı hafıza (bellek) sağlanmıştır ve az da olsa geçmişi kaydedip kendisine yüklenen programlara bunları ekleyerek tecrübe oluşturabilir. Sürücüsüz araçlar henüz çok yaygın olarak kullanılmamaktadır ancak trafik kazalarının engellenmesinde, şehir trafiğinin azaltılmasında en güçlü çözüm umutlarından birisidir. Üçüncü örneğimiz ise ilk çıkan bilim kurgu filmlerinde gördüğümüz, filmin çekildiği yıllarda hayal ürünü olarak görülen robotlardır. Benzerleri 2012 yılında yapılabildi. Günümüzde robotlara hatta evlerimizde kullandığımız makinelere bile artık insanların duygularını anlama ve ona göre davranma programları rahatlıkla yüklenebilmektedir. Böylece yapay zekâ ile çalışan makinelerde insanların davranışlarını tahmin etmek ve ona göre davranmak, bununla ilgili tecrübeler oluşturmak gibi yeni bir bilgi boyutuna girilmiş oldu. Son yıllarda bilim kurgu filmlerinde gördüğümüz robotlar ise yapay zekâ teknolojisinin hayal edilenin bile ötesine taşınacağını müjdeler niteliktedir. Yapay zekâyla ilgili tüm bu gelişmeleri film ve haber tadında izlerken Dördüncü Endüstri Devrimi sayesinde 2017'de kendi kendine yürümeyi ve atlamayı öğrenen robot üretildi. Bu robotlar, çevresini "öğrenmek" için katmanlı ve karmaşık kodlar yazılan bir diğer sinir ağı süreci gibi çalışan makinelerdir. Bu makineler, öğrenme yoluyla pazarlık etmelerini sağlamak için eklenilen modeli kullanarak insanların kullandığı dili yapay zekâ tarafından bir sistematik oluşturup saptırmıştır. Bu fark edilince, yazılımı çalıştıran makinelerin fişleri çekildi.



Tablo 1.1 TRIZ'a Göre Beynin Problemleri Çözme Yöntemleri[1]

Seviye	Problemlerin Çözülme Yöntemi/ Yaratıcılık Derecesi	Bütün Çözümler İçindeki Değeri%	Bilginin Kaynağı
1	Bilinen Çözümler	%32	Kişisel tecrübeler/bilgi
2	Küçük Yenilikler	%45	Kişinin ait olduğu grup/ kurum içi tecrübeler/bilgi
3	Büyük Yenilikler	%18	Geniş grup/Sektör içi bilgiler
4	Yeni Kavram	%4	Çevre/Sektör dışı bilgi
5	Buluş	%1	Tüm bilgi ve tecrübe

Bizim yerimize düşünecek, yapacak, işleyecek yapay zekâlı makineler üretme yolunda hızla ilerliyoruz. Bir yandan işsizlikten korkuyoruz; diğer yandan kimsesiz kalmış yaşlı ve hasta nüfusumuza bakacak akıllı robotlar düşlüyoruz. Sonumuz ne mi olacak? Profesör Stephen Hawking (Stefın Havking) gibi düşünebiliriz: *"Yapay zekâ, kendisini geliştirmeyi sürdürebilir ve hatta kendisini yeniden biçimlendirebilir. Gelişmesi, son derece yavaş ve sınırlı olan insanlar, bu tür bir güçle yarışamaz"*. Genrich Altshuller (Genriç Altşulır) gibi düşünürsek: *"Hayat sorunlar üzerine kuruludur. Karşılaştığınız herhangi bir soruna karşılık geliştirdiğiniz çözümün, gerçekten çözüm olduğuna inanıyorsanız yanılıyorsunuz. Çünkü her çözüm kendi sorununu yaratır. Bu da sizi çözümsüzlüğe götürür. Oysa aksiyon sorun karşısındaki reaksiyon sorunu tahmin edebilirseniz çözümü de ona göre hazırlayabilirsiniz."*[1]

Yukarıda cevaplar aradığımız soruları kendimize sorduğumuzu varsayarsak beynimiz bir karar verecek ve bir eylem gerçekleştirecektir. Neye karar verirsek verelim öncelikle beynin çalışma prensibini çözmemiz, bu konuda uzmanlaşarak öğrendiklerimizi yaşantımıza uyarlamamız, ondan sonra da yapay zekâyla yola devam etmemiz gerektiğini bilmemiz gerekiyor. *(Kaynak: 1: https://industryolog.com/triz-yaratici-problem-cozme-teorisi/, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi 05.09.2017)*

Giriş

Canlıların tamamında, yaşadıkları evrende hatta günlük hayatta kullanılan her türlü makine, araç ve alette sorunsuz işleyen bir dengeye, bir düzene ihtiyaç vardır. Tek hücreli canlılar; canlılık faaliyetlerini, hücre zarı ve sitoplazmik yapılarla gerçekleştirerek hücrelerindeki denge ve düzeni sağlar. İnsan gibi çok hücreli canlılarda ise bu durum, sistemler aracılığıyla gerçekleşir. Verimli çalışan bir otomobilin sahip olduğu yakıt sistemi, fren sistemi, elektrik sistemi ve benzeri yapılar aracılığıyla aracın ayar noktalarının ve normal sınırlarının uyum içinde çalışıp istenen denge ve düzeni sağlaması gibi, insanın sahip olduğu sistemler de vücudun verimli bir şekilde işlemesini sağlar.

Bir aracın deposundan yakıt pompasıyla çekilen akaryakıt, motor içinde hava ile karıştırılarak güç üretiminde kullanılır ve bu sürecin ardından egzoz gazı atık ürün olarak dışarıya çıkar. Bu süreç aç bir insanın masanın üzerindeki yiyeceği görmesine, almasına, yemesine ve sonrasında bu besinin hücreler tarafından tüketilip geriye kalan atık ürünlerin vücuttan atılmasına benzer. Tüm bu aşamalar; insan hücrelerinde oluşan besin ihtiyacının, sinir sistemi tarafından, beyinde açlık hissi olarak tanımlanmasıyla başlar. Böylece duyular harekete geçer. İskelet, sindirim, dolaşım ve boşaltım sistemleri de bu sürece uyar. İnsan, tüm bu sistemlerin dengeli ve uyum içinde çalışması sonucunda, masanın üzerindeki yiyeceği, yiyip yemeyeceğine karar verir. Alınan yiyecek yenir, sindirilir, atıklar vücuttan uzaklaştırılır ve sindirilen besinler hücrelere gönderilerek tüketilir (Görsel 1.1).

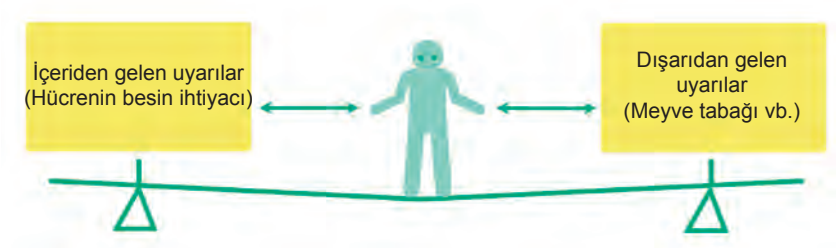
UYARI ! *Canlıdaki tüm sistemlerin kendi ayar noktaları ve sınırlılıkları vardır.*

Canlılar, ayar noktalarını ve sınırlılıklarını kullanarak dış ortamda karşılaştığı farklı durumlara göre, iç mekanizmalarını düzenler ya da dış ortamdaki uyaranlara göre iç ortamını ayarlayıp uyum sağlar. Örneğin metabolizma, hava sıcaklığına göre hızını arttırabilir ya da azaltabilir.

Canlıların sistemlerindeki bazı düzenlemeler belirli dönemlerle sınırlı olabilir. Bu durum, otomobillerde kullanılan ABS fren sisteminin her zaman değil de koşullara göre belirli zamanlarda çalışmasına benzer. İnsanda ergenlikte görülen yoğun hormonal düzenlemeler belirli dönemlerle sınırlı değişimlere örnek oluşturur.

Hücre → Doku → Organ → Sistem → Organizma

şeklindeki organizasyonun işlevi; her türlü iç ve dış değişimlere göre vücudun normal, verimli ve dengeli çalışmasını sağlamaktır. Buna **homeostazi** denir. Homeostatik dengeyi sağlayan insan büyür, gelişir, ürer ve üretir.



Görsel 1.1: Homeostazi

Bilgi Notu

Homeostazi: Rüzgârlı ve nemli havalarda terleme ile normalden daha fazla su kaybederiz. Bu nedenle su içme ihtiyacımız ve soluk alışverişimiz değişir. Vücuttaki suyun geri emilimini arttırmak için hormonal sistem alarma geçer, böbreklerimizden geri emilen su artar. Bu durum sistemlerin homeostatik denge için birlikte çalışmasıyla aşılır.

Bütün canlılar; atom, molekül ve bileşik gibi cansız bileşenlerden oluşur. Bu yüzden evrendeki her canlı ve cansız varlığın yapısal olarak benzerlik gösterdiği noktalar vardır. Canlıların bir kısmı tek hücrelidir. Bazı canlılar hücre toplulukları (koloni) oluşturabilir. Bazıları ise özelleşmiş hücre gruplarına (**doku**) sahiptir. Dokuları oluşturan hücreler arasında iletişim ve madde alışverişi yanında bazı özelleşmiş görev dağılımları da vardır. Farklı dokular, dokular arası madde ile birbirine bağlanır. Birden fazla doku bir araya gelerek organları, organlar da sistemleri oluşturur. Sistemler bir araya gelerek organizmayı meydana getirir. Histoloji bilimi yardımıyla hücre ve doku kültürleri arasındaki farklılaşmalar ve özelleşmeler gözlemlenip incelenebilmektedir.

Bilgi Notu

Doku: Belli bir görevi yerine getirmek için bir araya gelen, şekil ve yapı bakımından birbirine benzeyen hücre gruplarına doku denir.
Dokuları inceleyen bilim dalına histoloji adı verilir.

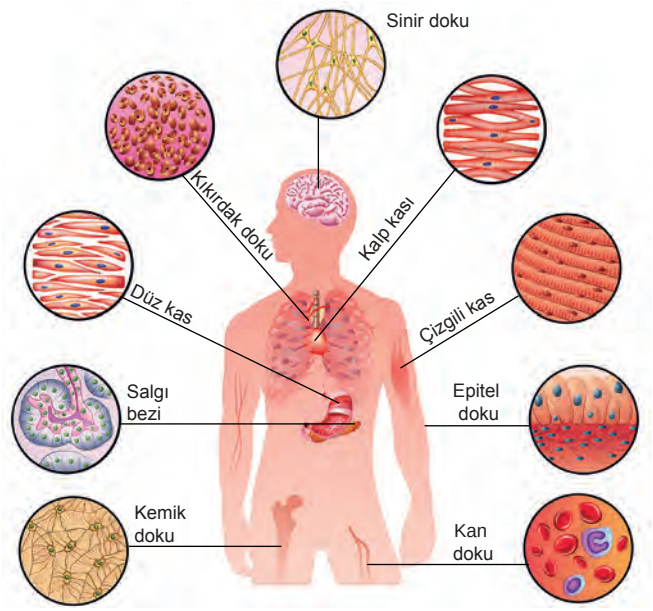
Spermin yumurtayı döllemesiyle oluşan zigot, başladığı yolculukta bir seri mitoz bölünmeler yoluyla; **morula**, **blastula**, **gastrula** denilen embriyonik gelişim evrelerini geçirir. Gastrula evresinde **ektoderm**, **endoderm** ve **mezoderm** tabakaları oluşur. Bu üç tabaka aslında köken dokulardır. Sinir dokusu, epitel doku, salgı bezleri ve duyu organlarının duyu almaçları için ektoderm tabakası görev alır. Bağ doku, kan, kemik, kas, kıkırdak ve vücut içi epitel doku için mezoderm tabakası; solunum yapıları, sindirim yapıları, karaciğer, pankreas, tükürük bezi ve tiroit bezini meydana getirmek için de endoderm tabakası görev alır.

Hatırlatma

İnsanda oluşan bu embriyonik gelişim evrelerini "İnsanda Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim" konusunda öğreneceksiniz.

Gelişim sürecinde insanda bulunan dokular temel olarak dörde ayrılır:

- Epitel doku
- Temel bağ doku
  - ▸ Kıkırdak doku
  - ▸ Kemik doku
  - ▸ Kan doku
- Kas doku
- Sinir doku



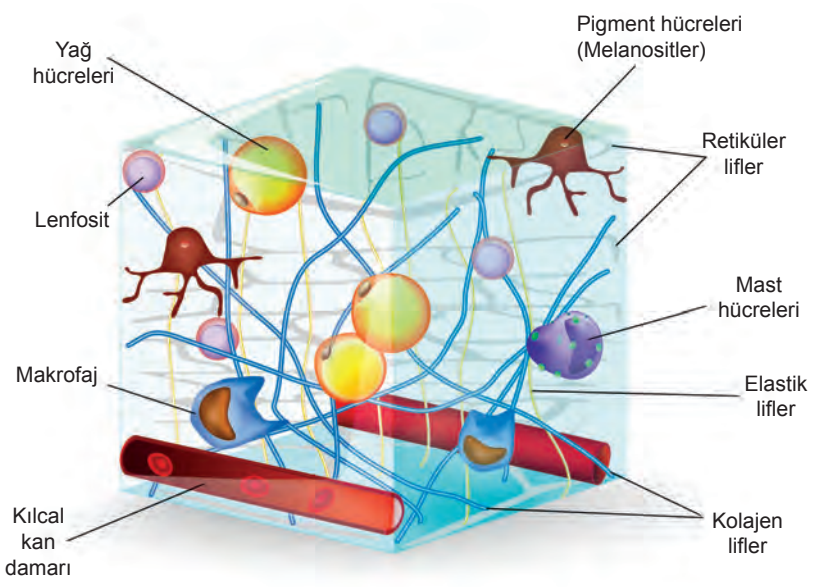
Görsel 1.2: İnsan vücudundaki hücre, doku ve organ çeşitleri

Epitel doku, insan vücudunun iç ve dış yüzeyini örten ve salgı bezlerini oluşturan epitel adı verilen hücrelerden oluşmuş dokudur. Hücreler arasında boşluk yok denecek kadar azdır. Bu dokunun hücreleri arasında kan damarı ve sinir bulunmaz. Bu dokunun hücreleri bağ dokudan difüzyon yoluyla beslenir. Genel olarak deri ve çeşitli iç organların yüzeyini örtmek, bağırsaklarda emilimi sağlamak, bezlerde hormon veya tükürük gibi maddeler salgılamak, duyu organlarında duyu almaçları yoluyla uyarıların alımını sağlamak gibi görevleri vardır.

Temel bağ doku, canlı hücrelerden ve bu hücrelerin arasını doldurran maddelerden oluşur. Başka doku ve organların arasını doldurur. **Fibroblastlar**, **makrofajlar**, **pigment hücreleri**, **mast hücreleri**, **plazma hücreleri** bağ dokunun hücreleridir. Fibroblastlar, bağ dokusunun esas hücreleridir. Bağ dokusu liflerini ve ara maddeyi sentezler. Bağ dokusunun yenilenmesi, kolajen lifleri oluşturması gibi görevleri vardır.

Makrofajlar, vücutta iltihaplanma olursa amipsi hareket ederek iltihaplı bölgeye giden savunma hücreleridir. Makrofajlara lenf düğümleri, karaciğer, kemik iliği, böbrek ve akciğerde sık rastlanır. Pigment hücreleri melanin pigmenti içerir, gözde, deride ve üreme organlarında yoğun bulunur. Plazma hücreleri de vücutta bağışıklığından sorumludur ve antikor sentezler.

Mast hücreleri ise heparin ve histamin salgılayarak bağ doku içerisindeki görevini gerçekleştirir. Bağ dokusunun ara maddesinin esası lifler ve doku tipine göre değişen jelatinimsi bir maddedir. Üç tip lif vardır: **Kolajen, elastik** ve **fibröz (retiküler)**. Kolajen lifler çekilmeye karşı dayanıklı olup bir miktar uzayabilirler. Bağırsakta ve kemikleri kasa bağlayan tendon kısımlarında bulunur. Elastik liflerin uzama özellikleri vardır. Akciğerimizde ve damarlarımızda bulunur. Fibröz lifler vücudumuzun değişik yerlerinde bulunmakla birlikte lenf düğümü, dalak, karaciğer, kan damarları ve kırmızı kemik iliğinde fazla bulunur (Görsel 1.3). Ara maddenin esas maddesi, yer aldığı dokuya göre farklı hâllerde bulunur. Kanda sıvı, kıkırdakta yumuşak, kemikte sert hâldedir.



Görsel 1.3: Temel bağ doku

Hatırlatma

Bağ dokunun farklılaşmasıyla oluşan kıkırdak ve kemik dokuyu "Destek ve Hareket Sistemi"nde, kan dokuyu "Dolaşım Sistemi"nde öğreneceksiniz.

1.1. Sinirler ve Hormonlar

1.1.1. Sinir Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi

İnsanların birbiriyle iletişim kurması doğası gereğidir. İletişim, insanlar arasında haberleşmeyi, sosyalleşmeyi ve birlikteliği sağlar. En önemli iletişim aracı dildir. Konuşulan dil, jest ve mimikler gibi birincil iletişim araçlarının yanı sıra, günlük hayatta iletişim kurmak için kullanılan pek çok yöntem ve araç vardır. Elektromanyetik dalgaların ve elektriğin kullanıldığı makineler, görsel malzeme ve mekanizmalar, ışık ya da ses dalgaları aracılığıyla çalışan cihazlar, iletişim kurmaya yardımcı araç ve yöntemlerden birkaçıdır.

İnsan vücudunda iletişim ve haberleşmenin merkezi sinir sistemidir. Bu sistemin temelinde sinir hücreleri ve bu hücrelerin işleyiş mekanizması vardır. Sinir hücrelerinin yapısıyla şekillenen işleyiş mekanizması, vücudun kendi içindeki hücrelerin iletişim yollarını ve şekillerini gösterir.

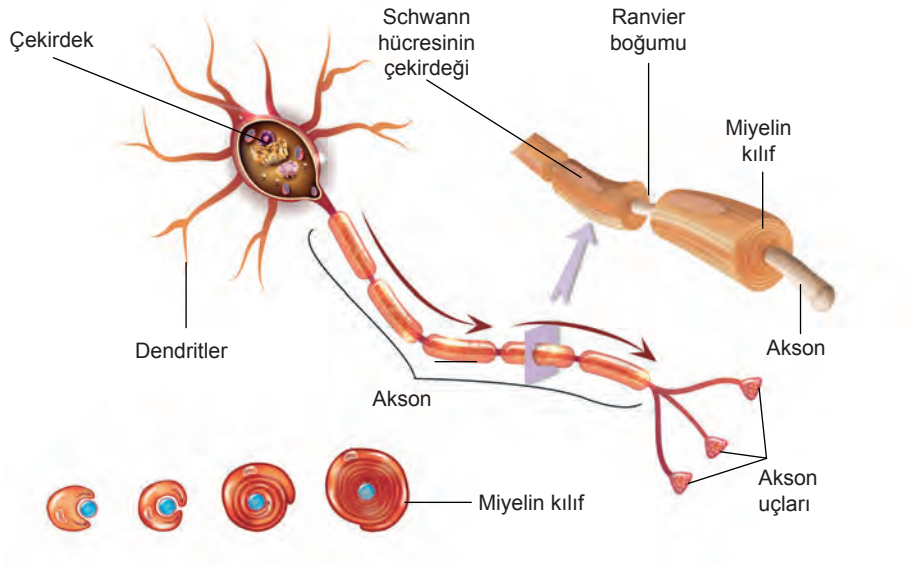
Sinir sistemini oluşturan sinir hücrelerine **nöron** denir. Nöronlar vücudumuzu ağ şeklinde sarmıştır. Vücut içinden ve dışından gelen uyartıları alır, değerlendirir ve uygun cevabın verilmesini sağlar. Nöronlarda iletişim kimyasal ve elektriksel sinyallerle sağlanır. Duyuların algılanması, el ve göz koordinasyonunun sağlanması vb. eylemler nöronların kimyasal ve elektriksel iletişimiyle gerçekleşir.

Duyunun alınması, duyu organları veya duyu almaçları (reseptör) ile gerçekleştirilirken, alınan duyunun bütünleştirilerek yorumlanması merkezî sinir sisteminde (beyin ve omurilikte), verilen tepki (cevap) ise çevresel sinir sistemi aracılığıyla ilgili organa iletilerek sağlanır.

Nöronun Yapısı

Bir canlının embriyonik döneminde en fazla değişikliğe uğrayan dokularından biri sinir dokusudur. Sinir hücreleri gelişimlerini tamamladıklarında sentrozomlarını kaybeder. Sinir hücreleri bölünmez. Sinir hücresinin hücre zarının **nörolemma**, sitoplazmasına **nöroplazma** denir. Sinir hücre yapısı üç alt kısımda incelenir: **hücre gövdesi**, **dendritler** ve **akson**.

Hücre gövdesi; çekirdek, granüllü endoplazmik retikulum (nissl cisimcikleri), mitokondri, Golgi gibi hücre organellerinin bulunduğu, dendrit uzantılarının ve aksonun çıktığı merkezdir. Ayrıca hücre gövdesinde hücre iskeletini oluşturan nörofibriller vardır. **Dendritler**, hücre gövdesinden çıkan aksona göre kısa, ince ve çok sayıda olan uzantılardır. Alınan uyarıların hücre gövdesine iletilmesini sağlar. **Akson**; hücre gövdesinden çıkan, uzun, işlevine göre kalın olan uzantıdır. Akson için gerekli maddeler hücre gövdesinde sentezlenir. Üzerinde etrafını bir kılıf gibi saran **schwann** (şıvan) **hücreleri** vardır. Bu hücreler aksonu sararak besler, korur, onarır. Bazı sinir hücrelerinde schwann hücreleri miyelin maddesini üretir.



Görsel 1.4: Nöronun yapısı

Miyelin kılıf aksonda yalıtımı sağlar. Sinirsel iletimi (impulsu) hızlandırır. Beyin, omurilik ve çizgili kasları uyaran sinirler miyelinlidir. Miyelin maddesinin olmadığı yerlerde schwann hücreleri aksona temas ederek boğum oluşturur. Bu boğumlara **ranvier boğumları** denir (Görsel 1.4).

Bilgi Notu

İmpuls: Uyarma sonucu bir sinir teli boyunca meydana gelen kimyasal ve elektriksel değişikliklere impuls denir.

Nöron hücresi tarafından sentezlenen ve **impuls**un iletiminde görev yapan taşıyıcı moleküllere **nörotransmitter** denir. Nöron içindeki sitoplazma, dendritin en uç noktasından aksonun en uç noktasına kadar yayılır. Dendritten gelen uyartılar hücre gövdesinde değerlendirilerek gerekli yerlere iletilip iletilmeyeceklerine karar verilir. Eğer iletim gerçekleşecekse impuls, aksona aktarılır.

Nöronda İmpuls Oluşumu ve İletimi (Nöronun İşleyiş Mekanizması)

Hücrelerin içinde ve dışında sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), klor (Cl), bikarbonat iyonu (HCO_3^-), fosfat iyonu, sülfat iyonu, glikoz, amino asit, kolesterol, fosfolipit, nötral yağ, proteinler gibi pek çok kimyasal madde bulunmaktadır. Bu bileşenlerin yoğunluğuna bakılıp bileşenler karşılaştırıldığında hücre dışı sıvıda Na^+ iyonlarının K^+ iyonlarından fazla olduğu görülür. Hücre zarının geçirgenliğinin kontrolü, öncelikle lipit ve protein moleküllerindedir. Hücre zarındaki taşıyıcı proteinler ve zar boyunca oluşturdukları protein kanalları, lipitten geçemeyen moleküllerin ve suyun geçişini kontrol eder. Nöron hücresinin zarındaki madde geçişlerini sağlayan bu protein kanallarının iki önemli özelliği vardır:

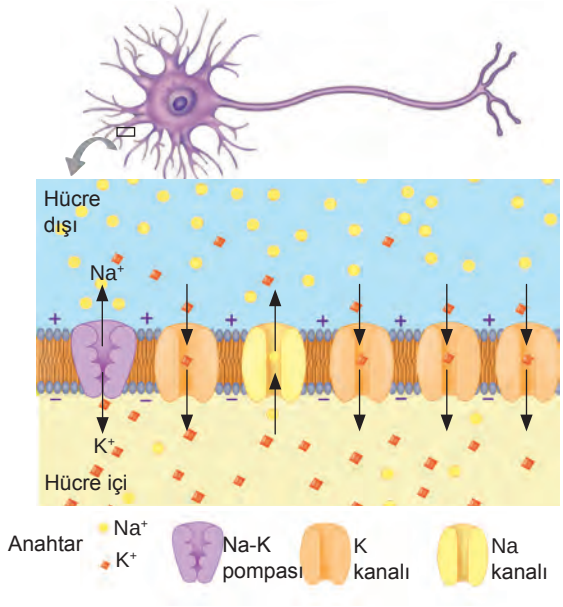
1. Belli maddelere karşı seçici geçirgenliğe sahiptir.

2. Elektriksel sinyaller veya kanal proteinlerine bağlanan kimyasallarla düzenlenerek açılıp kapanan kapılar biçimindedir.

Hücre zarında bazı iyonlara karşı seçici geçirgenlik vardır. Örneğin zarda bulunan **potasyum kanalları** K^+ iyonlarının; **sodyum kanalları** ise

Na^+ iyonlarının geçişini hızlandırır. Bu durum hücre zarının içi ile dışı arasında elektrik yükünün farklı olmasına neden olur (Görsel 1.5).

Hem oluşan sodyum-potasyum iyon farkı hem de zarın, klor gibi küçük ve hücre içindeki proteinler gibi büyük anyonlara çok az geçirgen olmasından dolayı hücre dışının (+) yükle, hücre içinin (-) yükle yüklenmesine sebep olur. Oluşan bu yük farkı **zar potansiyeli** olarak adlandırılır. Nöron herhangi bir uyartı almadıysa bu konumuna **dinlenme potansiyeli** denir. Nöron, dinlenme durumunda, zardaki sodyum kanalları, hücre dışına sodyum iyonunu; potasyum kanalları ise hücre içine potasyum iyonlarını pompalar. Zardaki bu kanallar difüzyona karşı koyar, sodyum-potasyum pompalamak için enerji harcar, zarın yük farkını korur. Zar potansiyelini korumak için zarda çalışan bu mekanizmaya **sodyum-potasyum pompası** denir. Hücrede meydana gelen kutuplaşmaya ise **polarizasyon** adı verilir.



Görsel 1.5: Hücre zarının kanalları

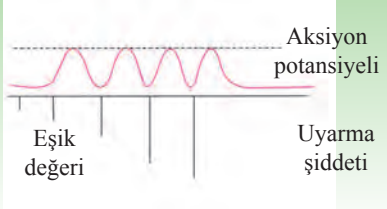
Sodyum-potasyum pompasını güçlendiren önemli kanallardan biri de hücre zarındaki bir diğer kanal olan **kalsiyum kanalı**dır. Kalsiyum kanalı hücre içindeki Ca^{+2} iyonlarının hücre dışına geçişini sağlayarak polarizasyona (kutuplaşmaya) destek verir. Böylelikle aksiyon potansiyeli oluşan sinir hücresi uyarı almaya hazırdır.

UYARI ! *Ca^{+2} iyonu eksikliğinde sodyum kanallarının geçirgenliği artar. Hücre uyartıları daha kolay alır hâle gelir. Kaslarda meydana gelen tetani (kas krampları) bu duruma bir örnektir. Tetani, solunum organlarındaki kaslarda meydana gelirse ölüme neden olabilir.*

Nörondaki kutuplaşmayı bozan herhangi bir uyartı, polarizasyon durumunu bozar ve akson boyunca devam edip bir başka nörona aktarılırsa **impuls** meydana gelir. Zayıf bir elektriksel uyarı nöronu uyaramaz, uyarının tüm hücre boyunca yayılabilecek potansiyele sahip olması gerekir. Bu potansiyele, **eşik değer** denir. Nöron eşik değer ve eşik değerin üzerinde maksimum ve aynı şiddette impuls oluşturur. Bu kurala **ya hep ya hiç kuralı** adı verilir. Nöronun uyartı almasıyla eşik değeri aşabilecek potansiyelde değişim göstermesine **aksiyon potansiyeli** denir.

Bilgi Notu

Ya hep ya hiç kuralı: Bu kural sırasında oluşan grafik aşağıdaki gibidir.

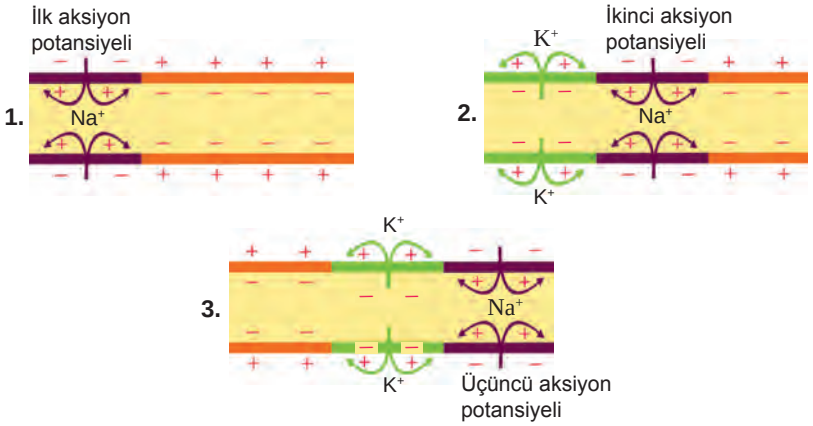


İmpuls iletimi sırasında "Görsel 1.6"da gösterildiği gibi olaylar şu şekilde gerçekleşir:

1. Sodyum kanalları açılır, hücre içine sodyum difüze olur. Aksiyon potansiyeli başlar. Polarizasyon kaybedilerek **depolarizasyon** gözlenir ve akson boyunca ilerler.

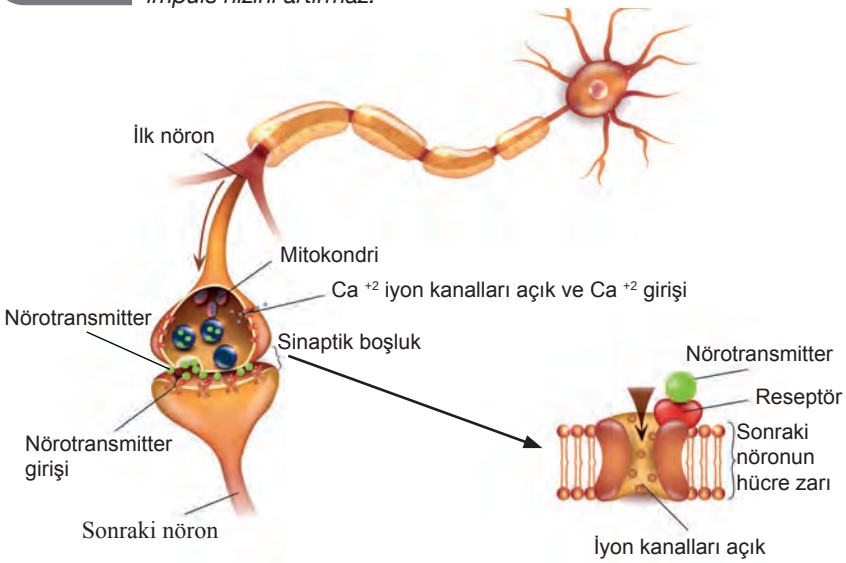
2. Potasyum kanalları açılır, hücre dışına potasyum difüze olur. Potasyum kanalları aksonda meydana gelen aksiyon potansiyeli süresince açık kalır. Bazı sodyum kanalları kapanır. Zarın yüklenmesi tekrar başladığı için bu olaya **repolarizasyon** denir. Repolarizasyon gerçekleştiren zar kısımlarında Na^+/K^+ yük farkını yeniden oluşturabilmek için enerji harcanır.

3. Potasyum kanalları kapanır ve hücre tekrar dinlenme potansiyeli durumuna döner. Nöron yeniden impuls almaya hazırdır.



Görsel 1.6: İmpuls oluşumu

UYARI ! *Nöron, eşik değer ve eşik değerin üstünde uyarılara maksimum ve aynı şiddette impuls oluşturur. Eşik değerin üzerindeki uyarılar impuls hızını artırmaz.*



Görsel 1.7: İmpulsun sinapstan geçişi

İki nöronun karşılaşmasına **sinaps** denir. Bu durum ilk nöronun aksonu ile diğer nöronun dendritinin karşılaşması şeklinde de düşünülebilir (Görsel 1.7). Nöron hücresinin zarlarındaki madde geçişlerini sağlayan protein kanallarının yukarıda bahsedilen iki önemli özelliği göz önünde bulundurulduğunda, bu olay şu şekilde gerçekleşir: Uyarı, elektriksel

iletimle akson ucuna eriştiğinde hücre dışından içeriye Ca^{+2} iyonları girer ve nörotransmitteri taşıyan keselerden, iki nöron arasındaki bölgeye nörotransmitter salgılanır. Bu madde, sonraki nöronun hücre zarındaki protein reseptörüne tutunur. Böylece bu nörona, ilgili uyarı iletilmiş olur. Sinapslarda iletim kimyasal düzeyde gerçekleştiği için yavaştır. En sık bilinen nörotransmitter maddeler, **asetilkolin**, **norepinefrin**, **histamin**, **dopamin**, **serotonin** ve **glutamattır**. Bu kimyasal maddelere **nörohormon** da denir.

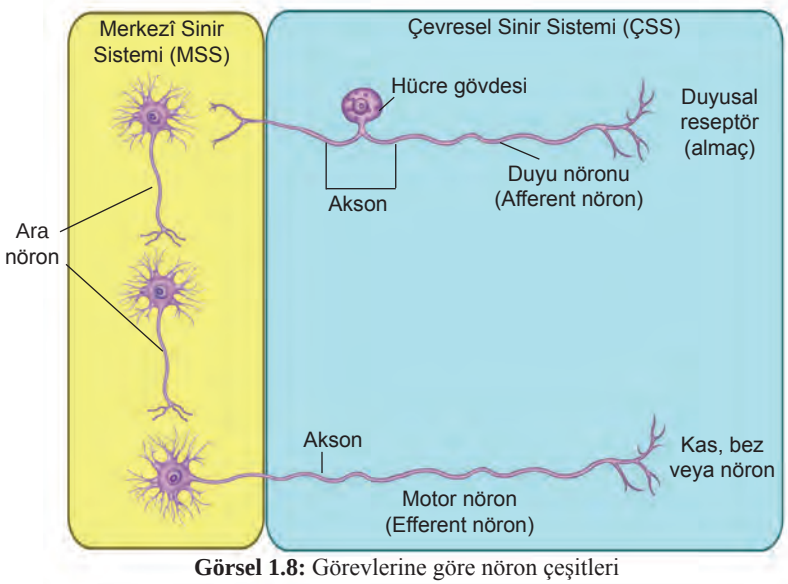
Bilgi Notu

Serotonin: Beyinde birçok yerden salınır ve uyku, ruh hâli, dikkat ve öğrenmeyi etkiler. Omurilikte ağrı yollarını inhibe eder.

İletim alındıktan sonra nöronun aksiyon potansiyeli, dendrit veya hücre gövdesinden değil, aksonun hücre gövdesinden ayrılan kısmından itibaren başlar. Nöronda ilerleyen uyarılar zaman zaman birbirini **engeller**. Bu durum iletim sinyallerinin karışmasını önler. Bazı durumlarda ise **kolaylaştırabilir**. Böylece gelen iletimin daha hızlı ve kolay biçimde iletilmesi sağlanır. Ardı ardına nörona gelen aceleci uyarılar, impulsun kimyasal olaylarla gerçekleşmesi nedeniyle, aktarımın belirli bir noktadan sonra yavaşlamasına, dolayısıyla da **sinaptik iletimin yorulması**na neden olur. Sinaptik iletimin yorulması vücudumuz için bir sigortadır. Örneğin sara (epilepsi) hastasında, peş peşe gelen uyarılar nedeniyle oluşan nöbet, ancak sinaptik yorulma ile sona erer. Nöronda gerçekleşen olayların enerji gerektirmesi nedeniyle, oksijenin birkaç saniye için bile kesilmesi bazı nöronların uyarılma özelliklerinin kaybolmasına neden olabilir (3-7 saniyelik oksijen yetersizliği insanda bilinç kaybına neden olabilir.). İlaçların bazıları, kahve, çay ve kakao vb. ürünler, nöronların uyarılma eşik değerini azaltarak uyarı alma oranını arttırabilir. Ameliyatlar öncesi kullanılan anestezi ilaçları ise; nöronun uyarılma eşiğini arttırarak daha az uyarı almasına neden olur.

Nöronlar görevlerine göre üçe ayrılır: Burun, göz, kulak gibi duyu organlarında reseptörlerinden aldıkları uyartıları, merkezî sinir sistemine (beyin ve omuriliğe) taşıyanlara **duyu nöronu**; merkezî sinir sisteminden aldığı cevabı ilgili doku, organ, bez veya kasa götürenlere **motor nöron**; alınan bilginin merkezî sinir sisteminde değerlendirilmesi, yorumlanması gibi işleri yapanlara da **ara nöron** adı verilir. Ara nöronlar duyu ve motor nöronlar arasında bulunur (Görsel 1.8).

UYARI ! *Uyaranın şiddetinin artması, aksiyon potansiyelini değiştirmeyeceğinden impuls hızını değiştirmez. Uyaranın şiddeti; impulsun sayısını, frekansını veya uyarılabilen nöron sayısını değiştirebilir.*



Görsel 1.8: Görevlerine göre nöron çeşitleri

Bilgi Notu

"Bence beyin su koridorlarından oluşuyor. Aynen, yeni bir kıta nehirleri yoluyla keşfedilebilirse, Gazi Yaşargil mikroskopları aracılığıyla bu koridorlardan insan beyninde ulaşılmayacak tümör ve lezyon bulunmaz."

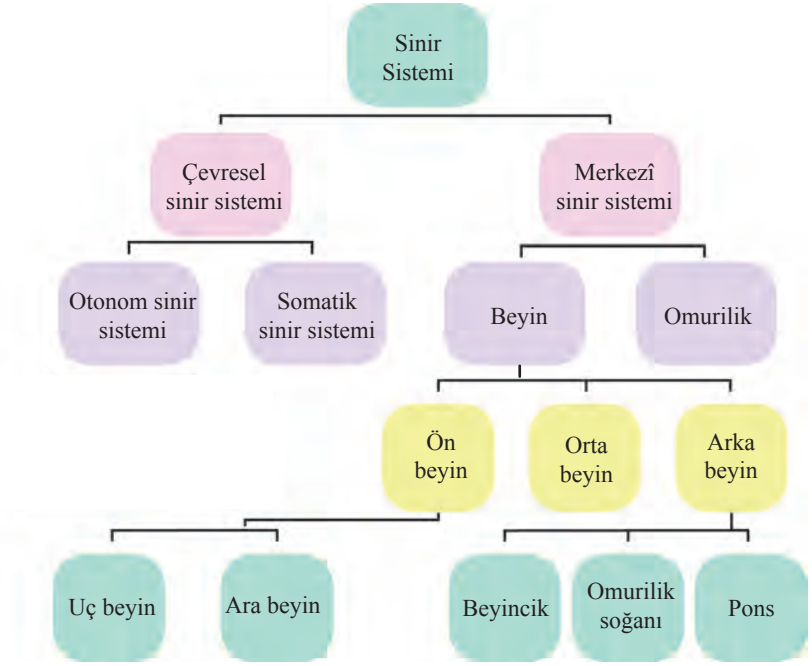
Mahmut Gazi YAŞARGİL

İnsanda Sinir Sistemi

Bilgisayar mühendisleri ve nörologlar hâlâ evrendeki en karışık nesne olan insan beyninin işleyişini; bir yandan otomasyon, robotik, nanoteknoloji ve sinir bilimi keşiflerini diğer yandan tersine mühendislik yöntemini kullanarak çözmeye çabalıyorlar. Ülkemizin değerli bilim insanlarından **Mahmut Gazi YAŞARGİL** de bu çalışmalara katkı sağlamaktadır.

Sinir sistemi "Tablo 1.2"de olduğu gibi sınıflandırılarak incelenir:

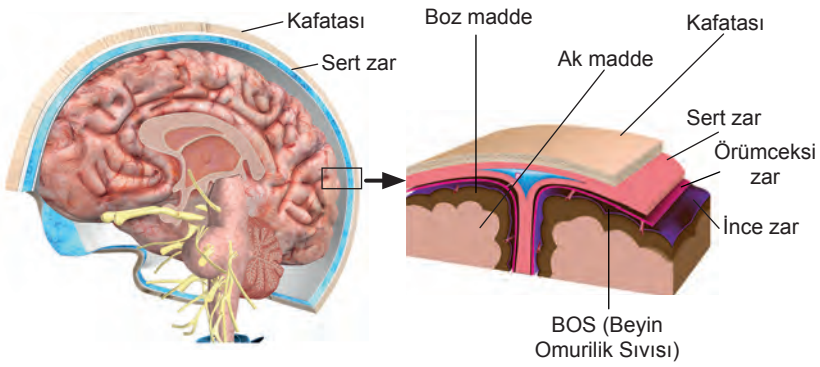
Tablo 1.2: İnsanda Sinir Sisteminin Bölümleri



1.1.1.1. Merkezî Sinir Sistemi

Günlük yaşantıda durumları algılamak ve tepki vermek, saat kaçta kalkılacağına karar vermek gibi bir dizi adımın kontrolü merkezî sinir sistemi tarafından gerçekleştirilir. Merkezî sinir sisteminde bulunan beyin ve omurilik birbiriyle sıkı iş birliği yapan iki bölümdür.

Beyin ve omurilik üç katlı zar ile sarılmıştır (Görsel 1.9). Bu üç katlı zarın oluşturduğu tabakaya **meninges** denir. Bu bölge iltihaplandığında **menenjit** hastalığı meydana gelir. Bu zarlardan en dışta beyni koruyan **sert zar** yer alır. Hemen altındaki **örümceksi zar**, içeriğindeki liflerle sert zar ile en alttaki ince zarı birbirine bağlar. **İnce zar**, beynin tüm kıvrımlarını sarar. İçindeki kan damarları ile beyni besler. Bu bölgedeki kan damarlarının geçirgenliği azdır. Kan içindeki zararlı maddeler nöronlara ve beynin bölgelerine geçemez. Örümceksi zar ile ince zar arasında **beyin omurilik sıvısı** (BOS) bulunur. BOS, beyin ve omuriliği mekanik darbelerden korur. Nöronlarla kılcal damarlar arasında madde alışverişini ve iyon dengesini sağlar. Ayrıca sinir sistemi hastalıklarının teşhisinde kullanılır.

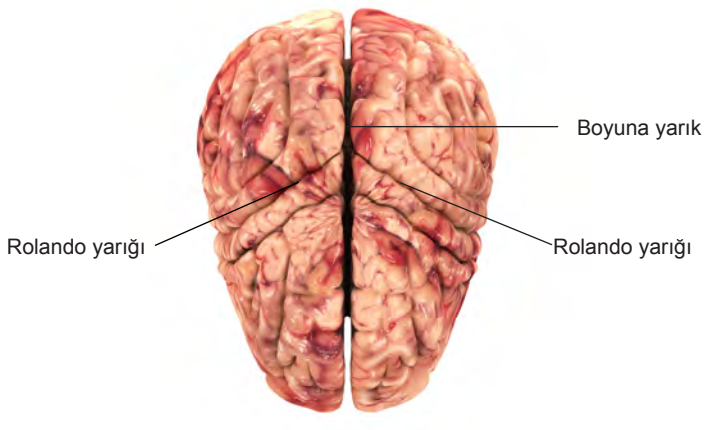


Görsel 1.9: İnsan beynini koruyan yapılar

1.1.1.1.a. Beyin

Beynimiz günlük hayatımızda düzenli olarak yaptığımız davranışlardan, hislerimizin oluşturulmasından, ruhsal ve bedensel olarak sağlıklı olmamızdan sorumlu bölgedir. Beyin dıştan bakıldığında boyuna bir yarıkla ikiye bölünmüştür. Her iki yarım küre de derin iki yarıkla enine bölünür. Ayrıca üzerinde birçok girinti-çıkıntı vardır. Bu yüzden beynin dış yüzeyi hacmine göre oldukça büyüktür.

Beyin bölgelerinin yakından tanınması, beynin işlevlerini anlamamızı kolaylaştıracaktır. Beyin üç kısımda incelenir: **ön beyin, orta beyin**, **arka beyin**.

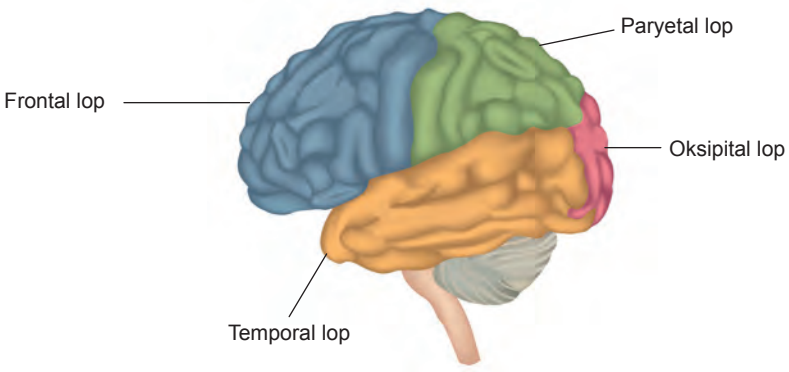


Görsel 1.10: İnsan beyninin üstten görünüşü

Ön Beyin

Ön beyin iki bölgeye ayrılır: **uç beyin** ve **ara beyin**.

Uç beyin, beynin iki yarım küresini kapsar ve en dış kısmında bulunur. Bu bölge birçok girinti-çıkıntıya sahiptir ve **korteks tabakası** (beyin kabuğu) olarak da adlandırılır. Kortekste iki yarım kürenin birbiriyle haberleşmesini **corpus callosum** (sinir ağı demeti) sağlar. İstemli hareketler, öğrenme, akıl yürütme, iradeyi kullanma, hafıza, düşünce ve hislerin oluşması için impusları alır. Corpus callosum alınan impulsların daha önce kazanılmış bilgilerle karşılaştırılmasını ve bireyin kalıtsal yapısına özgü olarak tepki gösterilmesini sağlar. Tüm bunların gerçekleştirilmesi için hem duyu hem de motor nöronları barındırır. Yüz tanıma alanı yine bu bölgededir.



Görsel 1.11: Uç beyin lopları

Beyin yarım kürelerinin enine kesitinde dış kısım nöron gövdelerini içerdiğinden **boz** (gri), iç kısım miyelin kılıflı aksonları bulundurduğundan **ak** (beyaz) görünür. **Frontal** (ön), **paryetal** (yan), **oksipital** (arka), **temporal** (şakak), **lop**lara sahiptir. Bu loplar beynin her iki yarım küresinde de bulunur. Uç beyin yarım kürelerinden soldaki vücudun sağ tarafını, sağdaki vücudun sol tarafını kontrol ederek verileri işler (Görsel 1.11).

UYARI ! *Uç beyin yarım kürelerinin motor ve duyu alanları birbiriyle sinir ağı aracılığıyla bağlantılıdır.*

Frontal lop, alnın arkasındadır. Planlama, organizasyon, problem çözme, dikkat, algılama ve tanımayla ilgili bilginin işlendiği yerdir. İskelet kasları, yüz kasları ve dil kaslarının idare yeri burasıdır. İnsanın kişiliğinin oluşturulduğu loptur.

Paryetal lop, frontal lobun hemen arkasında yer alır. Tatların ve dokunmanın algılandığı, acı hissinin oluştuğu ve bunların hafızaya alındığı yerdir. Aynı zamanda okuma faaliyetinin kontrol edildiği bölüm de burasıdır. Konuşma hem frontal hem de paryetal lopların kontrolündedir. Düşüncenin oluşması, işleyen **bellek** kavramı bu bölge için geçerlidir. İnsan beyninin hayvan beyninden farkı, özellikle bu bölgede ortaya çıkmaktadır.

UYARI ! *Kişinin sağ yarım kürede bulunan paryetal lobu zarar görürse üç boyutlu olarak mekân hissi kaybolur. Sol paryetal lop hasarında ise konuşulanları ve yazılanları anlama yeteneği bozulur.*

Oksipital lop, paryetal lobun hemen arkasında bulunur. Görmenin ve fotoğrafik hafızanın merkezidir. Başın arkasına vurulması bu bölgeyi uyarır ve yıldız görülmesine sebep olur.

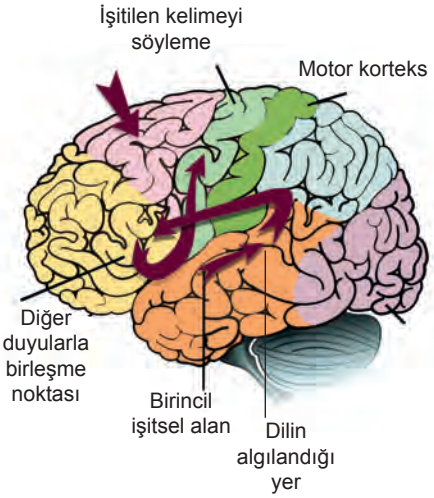
Temporal lop, şakakların arkasında yer alır. Kokunun ve işitmenin anlamlandırıldığı yerdir. Kısa süreli hafıza merkezidir. Ayrıca seslerle ilgili hafızanın da oluşturulduğu yer burasıdır. Konuşma öğrenilirken işitsel merkezle birincil olarak iş birliği yapar. Bu yüzden konuşmanın öğrenileceği yaşlarda seslerin olmaması öğrenmeyi zorlaştırır. Kişinin oksipital lobuyla temporal lobu birlikte çalıştığında müzik ve ritim yetenekleri ortaya çıkar.

Görüntü kalıplarının ortaya çıkarılması, beden dilinin anlaşılması ve yorumlanması bu bölgede gerçekleşir. Özellikle sağ temporal lop resimlere ve yüzlere ait verileri depolarken; sol temporal lop ise kelimelerin ve isimlerin hafıza merkezidir.

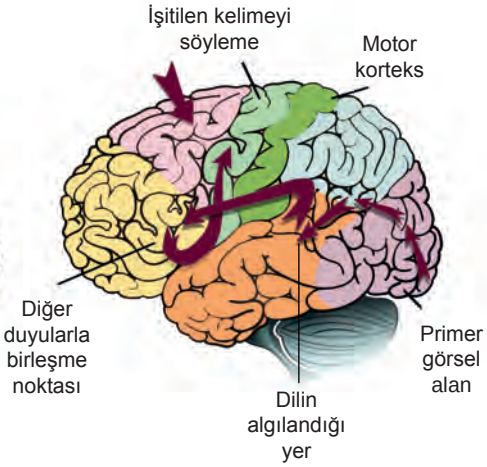
Bilgi Notu

Bellek: Bellek düşünce, algı ve deneyimleri bir arada tutan bilişsel bir süreçtir. Bellek sayesinde öğrenilen duygu, düşünce ve davranışlar kullanılarak geçmiş, şimdi ve gelecek birbirine bağlanır. Tüm bunları yaparken bellek, kodlar (bilgiyi belleğe yerleştirir), depolar (hafızada tutar), arayıp bulur ve geri getirir (bilgi bellekten geri çağrılır). Bu üç aşamadan biri sekteye uğrarsa bellekte sorunlar ortaya çıkar. Ses, ışık, renk, dokunma vs. gibi yaşantılara karşılık olan her uyarıcı türü bellekte kodlanabilir. Tüm veriler limbik sistemle birleştirilir. Bir çalışmada, cümle içinde kullanılan veya bir ilişki içine sokulan kelime çiftlerinin hatırlanma düzeyinin%75, yalnız ezberleme yoluyla hatırlama düzeyinin ise %35 olduğu gözlenmiştir. *(Kaynak: http://tip.ikc.edu.tr/files/31/pdfler/ders%20materyelleri/bellek%20hafza.pdf, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 08.09.2017)*

Konuşmayı öğrenirken önce işitilen kelimeyi söylemeyi öğreniriz (Görsel 1.12). Okuma çağına gelindiğinde ise yazılı bir kelimeyi okuyup söylemeyi öğreniriz (Görsel 1.13).



Görsel 1.12: İşitme yoluyla bir kelimenin öğrenilmesi



Görsel 1.13: Yazılı bir kelimenin öğrenilmesi

Bu iki şekil karşılaştırıldığında, sözcükleri duyduğumuzda ve sözcüklerin yazılı hâlini gördüğümüzde beyinde ilk karşılanan yerlerin farklı olduğu görülür. Birincil işitsel alanda, sözcükleri kodlayan ses sinyalleri alınır (Görsel 1.12). Dilin algılandığı yerde sözcükler yorumlanır. Diğer bir alanda, başka duyulardan gelen bilgilerle karşılaştırılarak sözcükler tekrar yorumlanır ve dil organını ve kasları hareket ettirecek bölge olan **motor korteks** uyarılır. Motor korteks ilgili kasları ve dil organını uyarır.

UYARI ! *İşitsel deneyimlerimiz temporal lop hafızasına kaydedilmeden önce kullanılan dildeki eş değer karşılıklarına dönüşür. Kitap okurken önce sözcüklerin dildeki anlamları ve bizde uyandırdığı düşünceleri, ardından kullanılan simgeleri ve yazı karakterini saklar.*

Ara Beyin

Ara beyin, **talamus**, **hipotalamus** ve **epitalamus**tan oluşur.

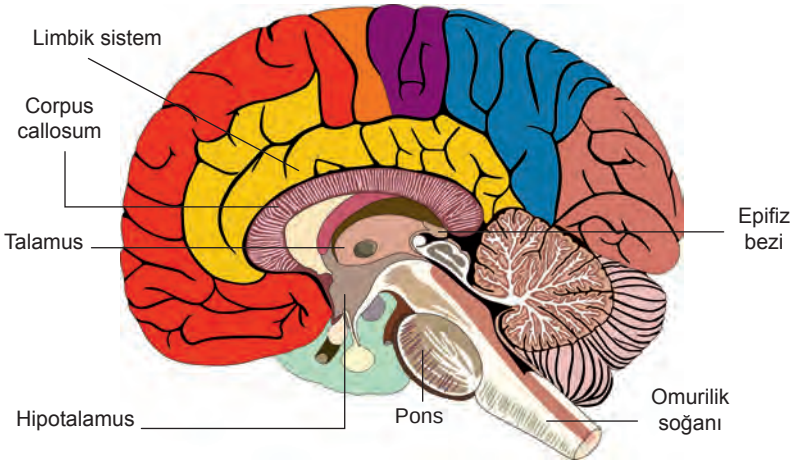
Talamus, duyu organlarından gelen impusların sınıflandırıldığı ve ilgili merkezlere iletildiği yerdir. Fakat koku duyusundan gelen uyartılar talamusa uğramadan uç beyine aktarılır. Duyu organlarından alınan verileri, beyin kabuğuna iletir.

Talamusun altında, yanında ve önünde embriyonik dönemden kalma hücreler bulunur. Bu hücreler, ileriki dönemlerde; hipotalamus, amigdala, talamus, beyin kabuğuna ait hücreler olarak farklılaşır. Embriyonik dönemden farklılaştıkları zamana kadarki bilgileri içeren bu bölgeye **limbik sistem** denir. Motor hareketlerin ve ilk hareketin başlamasını kontrol eder. Akıcı konuşma, limbik sistem sayesinde, uç beyinden gelen geri bildirimlerle kontrol edilerek gerçekleşir.

UYARI ! *Talamus veya uç **beyin**den herhangi birinin hasara uğraması düzgün ve anlaşılır konuşmayı tümden veya göreceli olarak bozar.*

Bilgi Notu

Beyin ölümü: Ölüm kalp işlevlerinin ve solunumun kalıcı olarak durmasıdır. Beyin ölümü ise solunum dâhil beyin sapının işlevlerinin ve bilincin geri dönüşümsüz olarak kaybedilmesidir. Beyin ölümü tanısına bireyin hastalığına bağlı olarak anestezist, kardiyolog, nörolog ve nöroşirürjiden oluşan en az dört kişilik uzman hekim kurulunca, belli laboratuvar sonuçları ve somut göstergelere bakılarak karar verilir. Beyin ölümü tanısında bilincin tam kaybı, göz refleksinin ve yutkunmanın kaybedilmesi, solunum cihazı olmadan soluk alıp verme refleksinin gerçekleşmemesi gibi kriterler kullanılabilir. Bu gibi kriterlerin 12-24 saat aralığıyla takibi sonucu elde edilen veriler hekim kurulu tarafından değerlendirilerek beyin ölümü tanısı hasta yakınlarıyla paylaşılır. Söz konusu gözlemleme süresi ülkelere göre farklılık gösterir. Avrupa'da bu sürenin en uzun olduğu süre Türkiye, Almanya ve Avusturya'dır. Tıbbi destekle vücut fonksiyonları çalışan hastanın, yakınlarının kararıyla tıbbi destek kesilir. Klinik ölüm olarak da adlandırılan beyin ölümü tanısı; yaşam desteği bekleyen başka hastalar ve henüz fonksiyonlarını kaybetmemiş ve bir başka insana hayat verebilecek organların nakledilmesi için de son derece önemli ve değerlidir. *(Kaynak: http://dergipark.gov.tr/download/article-file/140878; http://www.journalagent.com/sscd/pdfs/SS, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 19.11.2017)*



Görsel 1.14: Beyin lopları ve bölgeleri

Bilgi Notu

Termostat: Çevre ısındığında vücut ısınır. Vücut sıcaklığı arttığında hipotalamustaki termostatın soğutma mekanizmaları devreye girer. Deri ve kan damarları genişler. Isı, deri yüzeyinden yayılır ve terleriz. Böylelikle vücut sıcaklığı düşer.

Çevre soğuduğunda, vücut ısı kaybeder. Hipotalamustaki termostatın ısıtma mekanizmaları devreye girer. Derideki damarlar daralarak kanı içe doğru çeker. İskelet kasları istemsiz kasılır (titrer), ısı üretir ve vücut sıcaklığı artar.

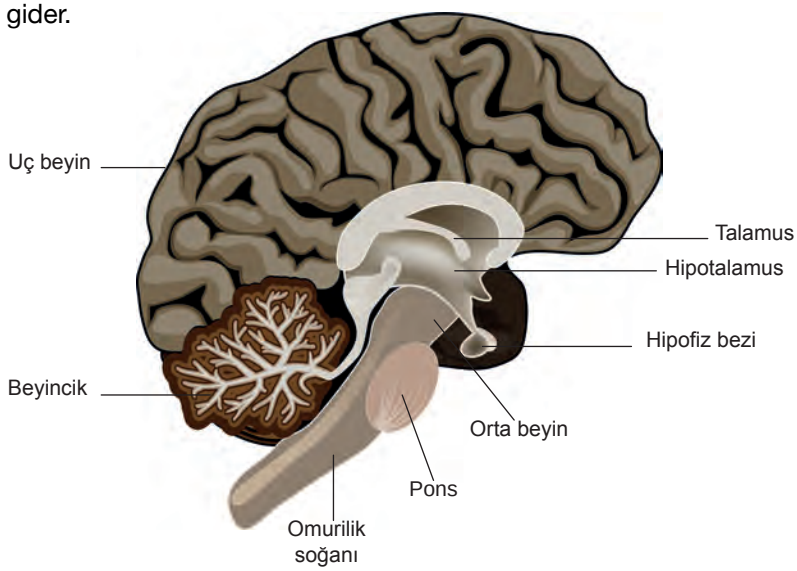
Hipotalamus, homeostatik düzenleme için beynin en önemli bölgelerinden biridir. Vücudun biyolojik saatini düzenler. Vücut ısısını ayarlar. Vücudun **termostat**ıdır. Yapısında bulunan hipofiz bezini kontrol eder. Açlık, susama, cinsel davranışlar, savaş-kaç tepkisi, kan basıncı, kalp atış hızı, vücut sıcaklığı, iştah ve uyku düzeni gibi faaliyetlerle insanı hayatta tutar.

Epitalamus epifiz bezini içerir. Epifiz bezinden melatonin hormonu salgılanır.

UYARI ! *Orta beyin, pons ve omurilik soğanının tamamına **beyin sapı** denir.*

Orta Beyin

Görme ve işitme duyularının refleks merkezidir. Cismin görüntüsü tam belirmeden başın görüntü yönüne doğru çevrilmesi, parlak ışıkta göz bebeğinin küçülmesi, az ışıkta büyümesi gibi görme reflekslerinin merkezidir. Kasların hafif kasılı kalmasını (kas tonusu) sağlayan merkez de orta beyinde bulunur. Vücut duruşunun kontrolü orta beyin tarafından yapılır. Bir nesne hakkında alınan bütün duyular burada bütünleştirilerek nesneyle ilişkilendirilir. Bu bilgiyi ön beyne aktarır. Duyma ile ilgili tüm aksonlar ya burada sonlanır ya da buradan geçerek uç beyne gider.



Görsel 1.15: Beynin dikey kesiti (Ön, orta ve arka beyin bölümleri)

Arka Beyin

Omurilik ile orta beynin birleşme bölgesinde yer alan, birçok nöronun geçiş yollarının bulunduğu yerdir. Arka beyin üç kısımda incelenir: **beyincik**, **omurilik soğanı** ve **pons**.

Beyinciğin iç kısmında ak, dış kısmında boz madde bulunur. Hareket ve dengenin merkezidir. Bunun için iç kulaktaki yarım daire kanallarından ve gözden gelen verileri değerlendirir. Kas hareketlerinin ritmik, planlı ve düzenli gerçekleşmesinden sorumludur. Yapılan hareketlerde eklemlerin pozisyonları ve kasların uzunlukları hakkında bilgileri alarak analiz eder. Hangi değişikliklerin yapılacağına karar verir. İki ayak üstünde yürüyebilmeyi, el-kol hareketlerinin düzenli yapılmasını sağlar.

UYARI ! *Beyinciği hasar görmüş bir insan, nesnenin hareketini izler ama nesne dursa bile nesneyi hareketliymiş gibi izlemeye devam eder. Bu insanlarda yürümede bozukluk ve denge kaybı görülür.*

Omurilik soğanına, son beyin kısmı da denir. Beyinciğin altında pons ile omurilik arasında yer alır. İç tarafında boz, dış tarafında ak madde vardır. Kalp, akciğer, böbrek, karaciğer, mide, bağırsak gibi iç organlarımızın çalışmasını ve dolaşım, boşaltım, solunum gibi sistemlerimizi kontrol eder.

İç organları harekete geçiren çiğneme, yutkunma, kusma, öksürme, hapşırma, nefes alma gibi otomatik gerçekleşen homeostatik olayları kontrol eder. Vücut içi refleks kontrolünde görev yapar.

Beyinden çıkan sinirler burada çapraz yaparak omuriliğe gider. Vücudumuzun sağ tarafını kontrol eden sinirler beynin sol kısmında, sol tarafını kontrol eden sinirler beynin sağ kısmında bulunur. Söz konusu homeostatik olaylar hayati önem taşıdığından buraya **hayat düğümü** denir.

UYARI ! *Omurilik soğanı şiddetli darbe alırsa bilinç ve refleks kaybı yaşanır. Hatta solunum ve kalp durabilir.*

Pons (Varol köprüsü), ön beyin, beyincik ve omurilik soğanını birbirine bağlar. Pons, tüm vücudun kullanıldığı hareketlerin gerçekleştirilmesinde omurilik soğanıyla eş güdümlü çalışır. Tırmanmak ve koşmak gibi tüm vücudun aktif olarak kullanıldığı hareketlerde, beynin iki yarım küresi de aktiftir. Bu tip hareketlerde sağ yarım küre vücudun sol tarafını, sol yarım küre vücudun sağ tarafını kontrol eder ve pons burada bağlantıyı sağlar.

Omurilik

Merkezî sinir sistemi içinde yer alan ve **omurga** içinde uzanan kordondur. Omurilik yapısının en dışında omurga kemikleri bulunur. Omurilikte beyinde olduğu gibi sert zar, örümceksi zar, BOS sıvısı, ince zar, omuriliğin ak maddesi, omuriliğin boz maddesi ve en içte BOS sıvısı ile dolu olan omurilik kanalı bulunur. BOS içeriğinin bir kısmı toplardamarlara boşaltılarak beyinden atık maddelerin uzaklaştırılması ve aynı zamanda madde alışverişiyle beynin beslenmesi sağlanır.

Omuriliğin ak maddesi beyinden gelen miyelinli sinir aksonlarından oluşur. Omuriliğin boz maddesi nöronların hücre gövdelerinden oluşur ve boz madde görüntüsü kelebek şekline benzer.

Bilgi Notu

Omurga: Birbiriyle eklemlenerek kafatasından kuyruk sokumuna değin uzanan, kemikten bir eksen oluşturan omurların tümüne omurga denir.

Omuriliğin arka kısmında sağ ve solda iki çıkıntı vardır ve bu bölgeden duyu nöronları giriş yapar. Arkadaki bu çıkıntılara **dorsal kök** denir. Omuriliğin ön tarafında iki çıkıntı vardır ve motor nöronların çıktığı bu bölgeye **ventral kök** denir. Ön ve arka kökte bulunan sinirler her omurdan bir çift olarak çıkar. Dorsal kökten giriş yapan duyu nöronu impulsu boz maddedeki ara nörona aktarır. Ara nöron gelen bilgiyi değerlendirdiği zaman üç farklı yorum çıkarabilir:

Bilgi Notu

Refleks: Beyinden bağımsız olarak belli uyarılara karşı otomatik olarak gerçekleşen, hızlı ve istemsiz hareketlerdir.

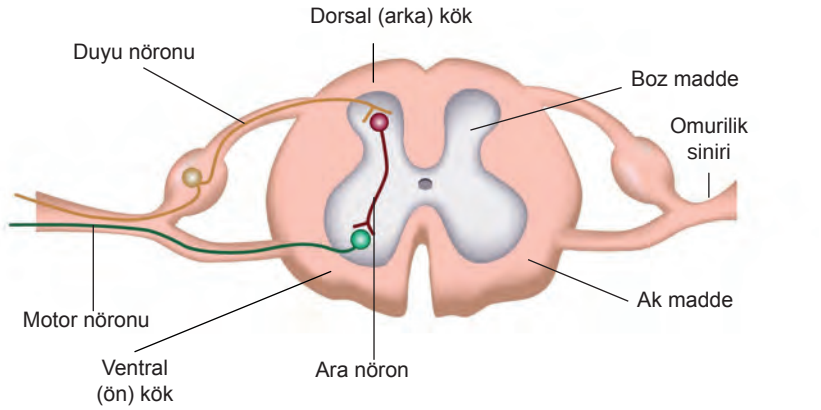
1. Uyartı motor nörona aktarılmalıdır ve tepki oluşturulmalıdır (**Refleks**).

2. Beyne giden nöronlar uyarılmalıdır (Yapılan iş, hareket vs merkezî sinir sisteminde bilinçli hâle gelmelidir.).

3. Boz maddenin diğer tarafındaki motor nöron uyarılmalıdır (Çapraz refleks oluşturulur.).

Omurilikteki motor nöronlar doğrudan beyin tarafından da uyarılabilir ve bilinçli hareketler yapılır. Duyu nöronlar bazen ara nöronlara impuls iletmeyebilir. Örneğin kol ve bacaktan gelen denge ile ilişkili uyartılar önce beyne iletilir. Duyu nöronlarının çoğu beyne ulaşmadan önce omurilik içinden geçerken çapraz yapar sonra beyne ulaşır.

UYARI ! *Her tür refleksin merkezi omurilik değildir. Göz ve kulak refleksi orta beyinden kontrol edilir. Hapşırma, öksürme, kusma gibi hayati önem taşıyan refleksler omurilik soğanından kontrol edilir.*

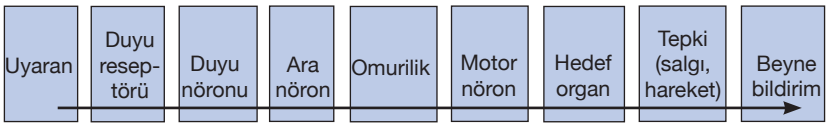


Görsel 1.16: Omuriliğin enine kesiti

Refleks ve Refleks Yayı

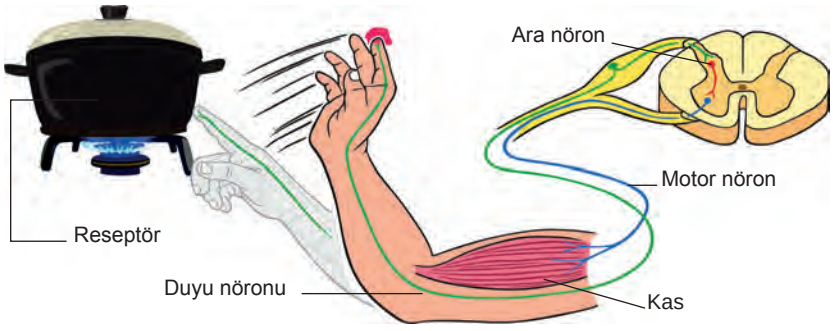
Refleksin amacı vücudun yaşamsal olaylarının ve varlığının devam etmesini sağlamaktır. Alınan uyartı yorumlanmaz. Refleks yapıldıktan sonra beyin haberdar edilerek yorum burada gerçekleşir. Diz kapağına sertçe vurulduğunda önce ayak çekilip acının sonra hissedilmesi bu duruma örnek gösterilebilir.

UYARI ! *Alışkanlık hâline getirilmiş hareketler beyin devreye girmeden yapılabilir. Örneğin, her gün aynı güzergâh kullanılarak okula giderken beyin bu yolu artık tanıdığı için görevi omuriliğe devreder. Ancak yanlış yapıldığında beyin devreye girer ve bu yanlışı düzeltir. Kitap okunurken eğer kelime yanlış telaffuz edilirse beyin devreye girerek yanlışı düzeltir.*



Bir refleksin gerçekleşmesini sağlayan devreye **refleks yayı** denir (Görsel 1.17).

Yukarıda adımları gösterilen refleks tipine; ağrı ve basınç uyaranları ile soğuk, sıcak uyaranların etkisiyle oluşan refleks tipleri örnek gösterilebilir. Eline iğne batırılan birinin elini çekmesi de bu tip reflekse örnektir.



Görsel 1.17: Refleks yayı

Kişinin yaşamı söz konusu ise refleks yayında duyu ve motor nöron olarak iki çeşit nöron kullanılabilir. Diz kapağına sertçe vurulduğunda ayağın çekilmesi, yüksekten düşme riski olan kişinin kendini geri çekmesi buna örnektir.

Bebeğin emme refleksi, **savaş-kaç tepkisi** gibi bazı omurilik refleksleri kalıtsaldır. Bazı refleksler ise öğrenme, alıştırma veya terbiye sonucunda oluşur. Esneyen biri karşısında diğer insanların da esnemesi bu durumu örnekler.

Bilgi Notu

Savaş-kaç tepkisi: Kişi kısa süreli stres durumlarında ya mücadele edecektir ya da kaçacaktır. Bu tepkiye savaş-kaç tepkisi denir.

UYARI !

Uzun süre masa başında oturarak bilgisayar vb. araçların kullanılması, hareketsiz kalınması, kalorisi yüksek besinlerle beslenip bel bölgesinin kalınlaşması gibi nedenlerle omurilik kanalı daralabilir. Bu durumda, kişinin el ve bacaklarında hissizlik, güçsüzlük, yürüme ve denge bozukluğu; bacak damarlarında bozulma meydana gelebilir.

Araştıralım-Paylaşalım

Refleksle yapılan hareketler olmasaydı ne olurdu? Araştırarak sonuçları sınıfta tartışınız.

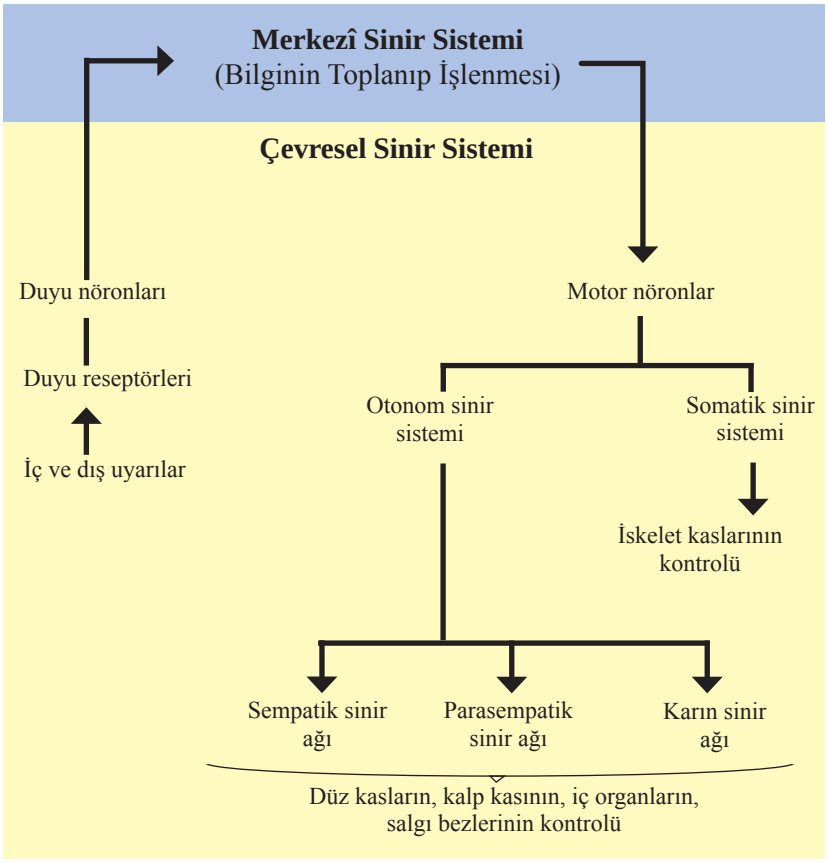
1.1.1.2. Çevresel Sinir Sistemi

Merkezî sinir sistemini (beyin ve omuriliği) bedene bağlayan sinir ağıdır. Beyin ve omurilikten çıkan sinirler ve özelleşmiş sinir hücrelerinin oluşturduğu sinir düğümleri çevresel sinir sistemini meydana getirir.

Beyinden çıkan 12 çift sinir; duyu organlarına, kaslara ve salgı bezlerine gider. Vagus siniri iç organlara giden otonom sinirlerden biridir. Omurilikten 31 çift sinir çıkar. Duyu nöronları, omuriliğin arka kökünden girer; motor nöronlar ise omuriliğin ön kökünden çıkar. Sonrasında ön ve arka köklerden çıkan sinirler birleşir ve omurilik sinirlerini oluşturur. İnsandaki en uzun sinir çifti, bacaklardaki siyatik sinirleridir. Siyatik sinirleri omurilik sinirlerindendir.

Çevresel sinir sistemi, iç organları ve bezleri uyaran otonom sinir sistemi ve istemli kasları uyaran somatik sinir sistemi olmak üzere iki alt kısımda incelenir (Tablo 1.3):

Tablo 1.3: Merkezî ve Çevresel Sinir Sisteminin Çalışma Alanları

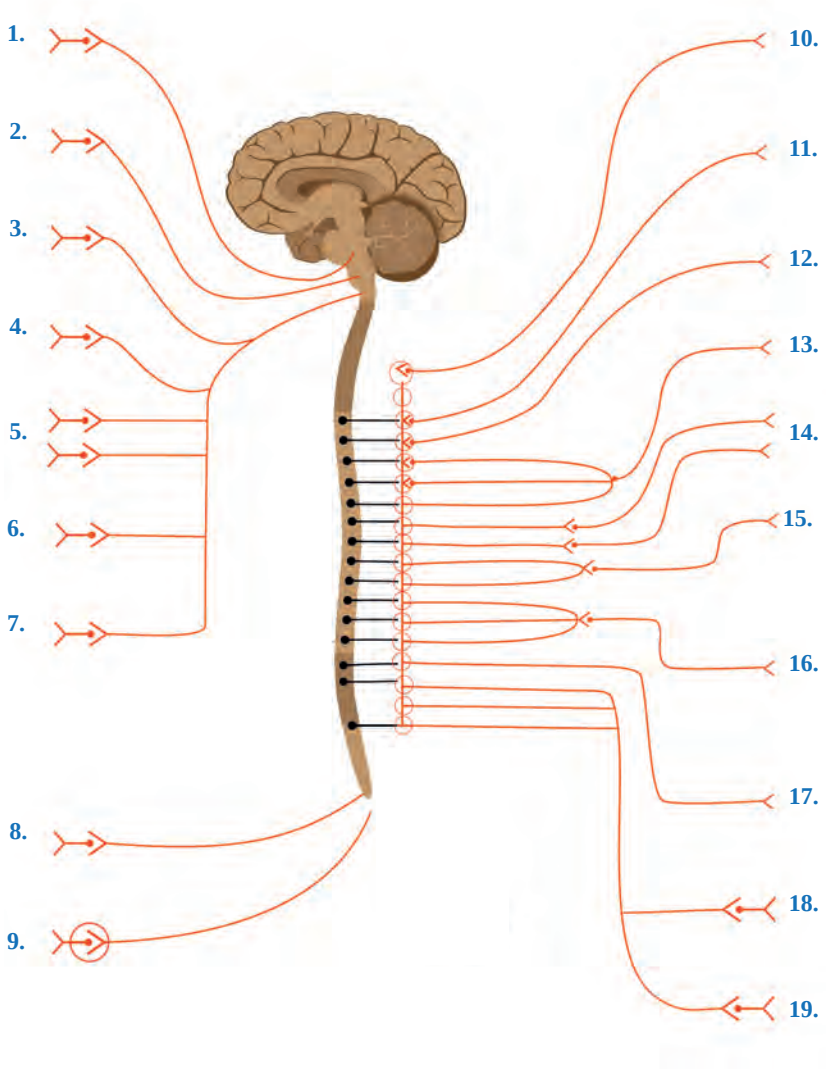


Otonom sinir sistemi kalp, düz kas gibi istemsiz çalışan kaslara uyarı götürür (Görsel 1.18). Sindirim, dolaşım, boşaltım ve hormonal sistemlerin kontrolü; **sempatik**, **parasempatik** ve **karın sinir ağı** ile sağlanır.

Sempatik ve parasempatik sinirler organlara birbiriyle zıt komutlar verir. Sempatik sinirler etkisiyle kalp atışı hızlanır, sindirim yavaşlar, karaciğerdeki glikojen, glikoza çevrilir. Parasempatik sinirler ise genellikle sakinleşme, dinlenme ve sindirme işlevlerini teşvik eder. Böylece kalp atışı yavaşlar. Sindirim organlarının çalışması ve glikojen üretimi hızlanır. Parasempatik ve sempatik sinirler sadece cinsel davranışlar sırasında birlikte hareket eder.

Karın sinir ağı; sindirim kanalı, pankreas ve safra kesesinin çalışmasını düzenler. Sempatik ve parasempatik sinirlerin bu organlarda etkisi olmadığında bunların çalışmasını karın sinir ağı devam ettirir.

Somatik sinir sistemi, iskelet kaslarını merkezî sinir sistemine bağlar ve bu kasların istemli olarak çalışmasını sağlar. Somatik sinir sistemine ait nöronların, hücre gövdeleri beyin ve omurilikte bulunurken aksonları iskelet kaslarına gider. Sinirler miyelinli olup akson çapları geniş olduğu için impuls iletimi hızlıdır. Bilinçli ve isteğimizle yapılan hareketleri kontrol eder. Bacakların çalışmasını sağlayan siyatik siniri somatik sinir çeşididir.



1. Göz bebeğini küçültür.
2. Tükürük salgısını artırır.
3. Kalp atışını yavaşlatır.
4. Akciğer bronşlarını daraltır.
5. Mide ve bağırsakların aktivitesini artırır.
6. Pankreas aktivitesini artırır.
7. Karaciğerde glikozun glikojene dönüştürülmesini sağlar. Safra kesesi faaliyetini artırır.
8. İdrar kesesini daraltır.
9. Üreme organlarını uyarır.
10. Göz bebeğini büyütür.
11. Tükürük salgısını azaltır.
12. Kalp atışını hızlandırır.
13. Akciğer bronşlarını genişletir.
14. Mide ve bağırsakların aktivitesini yavaşlatır.
15. Pankreasın aktivitesini yavaşlatır.
16. Karaciğerde glikojenin glikoza dönüştürülmesini sağlar. Safra kesesi faaliyetlerini azaltır.
17. Böbrek üstü bezini adrenalin salgılaması için uyarır.
18. İdrar kesesini genişletir.
19. Üreme organlarını uyarır.

Görsel 1.18: Otonom sinirlerin insan vücuduna etkileri

Deney 1

Çalışma Yapan Grup/ Öğrenciler

Çalışmanın Yapıldığı Tarih

Çalışmanın Adı

Beyin diseksiyonu

Çalışmanın Amacı

Memeli beyin yapısının incelenmesi ve beynin bölümlerinin belirlenmesi

Malzeme ve Materyaller

• Kuzu ya da dana beyni • Diseksiyon (Ameliyat) küveti • Bisturi
• Steril Eldiven • Pens

Deneyin Yapılışı

• Beyni diseksiyon küvetine alarak dış yapısını inceleyiniz.
• Bisturi kullanarak beyni sağ ve sol lobunu birbirinden ayıran yarıktan boylu boyunca ikiye ayırınız.
• Ak ve boz maddeyi gözlemleyiniz.
• Beynin iki yarısını birbirine bağlayan corpus callosum bağlarını gözlemleyiniz.
• Pons ve beyinciği bisturi kullanarak dikkatlice birleşme yerlerinden kesiniz.
• Omuriliği gözlemleyiniz.
• Beyin üzerinde gözlemlediğiniz kısımların yapıları ve görevleri üzerinde tartışınız.

Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması

1. İncelediğiniz beynin gerçek boyutu, yapısı, bölümleri hakkında gözlemlerinizi yazınız.
2. Beyinde dengeyi sağlayan bölge neresidir? Açıklayınız.

Kaynak

http://www.exploratorium.edu/memory/braindissection/index.html veya https://cohrsph.surge.sh/humanneuroanatomyatextbrainatlasandlaboratorydissection.html adresinden aşamalarını da gözlemleyebilirsiniz. Erişim Tarihi: 08.09.2017

Ders Öğretmeni

Tarih/İmza

Oku-Yorum

Hormonların Dengesi

Hormonlar, dış dünyayla bağlantımızı sağlayan, hislerimizi ve davranışlarımızı etkileyerek bizi yöneten çok önemli iç düzenleyicilerdir. Bir nevi vücudun sessiz patronlarıdır. Bunlardan biri, serotonin adını alan mutluluk hormonudur. Neden çikolata yediğimizde mutlu hissederiz veya makarna yemek neden içinde bulunduğumuz ruh hâlini değiştirebilir? Yanıtı serotonin hormonudur. Bu hormon, mutlu hissetmemizin yanında iştah ve uykunun da düzenlenmesini sağlar. Karbonhidrat ağırlıklı bir akşam yemeği, insülin salgılanmasını uyarırken, serotonin hormonunun da geçici olarak çok miktarda salınmasına sebep olur. Çikolatada bol bulunan triptofan isimli amino asit, serotonin yapımını artırarak mutluluk verir. Fakat yiyeceklere bağlı bu mutluluk geçicidir. Çünkü serotonindeki bu geçici artış, bir süre sonra azalınca, gözlerimiz yine karbonhidratlı gıdaları arar. Böylelikle fazla kilolar için bir tuzak olan bu atıştırma alışkanlıkları, şişmanlamaya sebep olur. Bu yüzden insülin ve serotonin miktarlarının kontrol altına alınması, sağlıklı kilo vermek için önemlidir. Serotonin miktarını etkileyen diğer bir faktör için, önemli sınavlarımıza hazırlandığımız zamanları düşünelim. Çok stresliyizdir ve yanımızdan atıştıracak şeyleri eksik etmeyiz. Stresin etkisiyle beyindeki serotonin miktarı azalır. Daha fazla serotonine ihtiyaç duyulduğu için atıştırmalar başlar. Bu da başta belirttiğimiz gibi insülin hormonu salınımını ve beraberinde serotonin salınımını arttırır. Düzenli bir serotonin salgısı için stresten uzak durmak, dengeli, düzenli beslenme ve kaliteli uyku önemli faktörlerdir.

Mutluluk ve iyi hissetme etkilerini sağlayan serotonin yanında, noradrenalin ve dopamin de bu etkiyi sağlar. Bu hormonlardaki dengesizlik psikolojik problemlerin oluşmasına sebep olur. Yapılan araştırmalar, depresyon ile bu hormonlar arasında ilişki bulunduğunu göstermektedir. Noradrenalinin salgılanması kızgınlık ve tehlike durumlarında artış gösterir. Dopamin salgılanması istek ve motivasyonu

sağlar. Serotonin salgılanması güneş ışığında artarken kapalı ve karanlık yerlerde azalır. O yüzden insanlarda depresyon, kış aylarında daha fazla görülür. Depresyon tedavisinde kullanılan ilaçlar, serotonin hormon seviyesini arttırmaya yöneliktir. Bunlar dışında vücudumuzda depresyonu ve psikolojik bozuklukları tetikleyen pek çok hormon vardır. Özellikle kadınlarda ergenliğe girişte, doğum sonrası ve menopoz döneminde görülen hormonal değişiklikler, psikolojik bozuklukları meydana getirebilir. Erkeklerde testosteron eksikliği de duygu durumunda bozukluklara sebep olur. Tiroit hormonlarının yüksek olmasında; sıkıntı, depresyon, birden öfkelenme, uyku bozukluğu, panik atak gibi şikayetler görülürken, düşük tiroit hormonu değerlerinde de; ilgisizlik, düşünme ve konuşmada yavaşlık, dikkat toplayamama gibi bozukluklar görülür.

Vücudumuzun düzenini sağlayan hormonların dengesinde bozukluk, psikolojik etkilerin yanı sıra çok çeşitli bedensel ve zihinsel değişikliklere de sebep olur. Bunlara; kilo kaybı, üşüme, tırnakların kırılması, unutkanlık ve yorgunluk gibi durumlar örnek olarak verilebilir. Kilo kaybına; tiroit bezinin hızlı çalışması durumu olan hipertiroidi, diyabet, aldosteron hormonunun az salgılanması sonucu oluşan Addison hastalığı gibi hormonal hastalıklar sebep olabilir. Bunların dışında; kanserler, depresyon, mide bağırsak sorunları da sebepler arasındadır. Tiroit bezinin yeterli çalışmaması, kan şekerinin düşmesi de insanlarda üşüme, unutkanlık ve yorgunluğa sebep olur. Tiroit bezinin az çalışması nedeniyle bu hormonların (T3 ve T4) kanımızda az bulunması, tiroit yetmezliğine, tıp dilinde hipotiroidiye, neden olur. Bu durumda vücuttaki tüm metabolik aktivitelerde yavaşlama görülür. Üşüme, unutkanlık ve yorgunluğun diğer bir nedeni olan kan şekerinin düşmesi ise, kilolu kişilerde daha fazla görülse de normal kilolu fakat egzersiz yapmayan kişilerde de görülür. Kan şekerinde düşme genellikle saat 11 ve öğleden sonra 16 civarlarında daha sık yaşanır. Bu kişiler bu saatlerde, yorgunluk ve açlık hissederler. Bu düşüklüğün nedeni sabah ve öğlen yemeklerinde yenen şekerli ve nişastalı gıdalardır. Buna karşılık sabah ve öğlen proteinli gıdalar tüketenlerde bu saatlerde şeker düşüklüğü görülmez. Tırnakların kırılması tiroit bozukluklarında görülebildiği gibi bazı vitamin ve mineral eksikliklerinde de görülebilir. Hipotiroidi hastalığında tırnaklar kalın ve kırılgandır. Tırnaklar üzerinde yarıklar bulunur ve yavaş büyürler. Hipertiroidi hastalığında da tırnaklar ince ve kırılgandır. Vücudumuzda bu gibi sorunları farkettiğimizde, hormon miktarını ölçtürmek için bir uzmana danışılmalıdır. [1]

İnsan vücudunda gerçekleşen olaylar vücudun iç ve dışından gelen etkiler sebebiyle bir dengeye ulaşma çabasındadır ancak henüz keşfedemediğimiz birçok olay mevcuttur. Bu yüzden insan son sayfasına kadar ne olacağı bilinmeyen bir roman gibidir. Başka türlü olsaydı, içimizdeki keşfetme içgüdüsü serbest kalamazdı, insan okunmaya değmezdi.

(Kaynak: 1 http://www.endokrin.org/Tr/, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 05.11.2017)

1.1.2. Endokrin Bezler ve Hormonlar

Bez dokusunu oluşturan hücreler, ihtiyaç duyulan çeşitli molekülleri kandan alarak yapım tepkimeleriyle ürünlere dönüştürür. Ürünleri daha sonra tekrar kana, iç veya dış vücut boşluklarına (deri üstü, sindirim boşluğu vb.) verir. Bu olaya **salgılama** denir. Farklı işlevler için özel kimyasal salgılar üreten hücre topluluklarına (bezlere), **salgı bezleri** denir. Salgı bezleri; salgılarını verdikleri yere ve ürettikleri salgılara göre ekzokrin bez, endokrin bez ve karma bez olarak üç grupta incelenir.

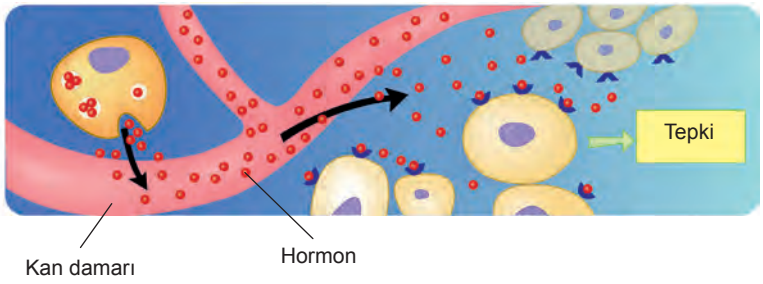
Ekzokrin bezler (dış salgı bezleri), salgılarını kanallar yardımıyla vücut boşluklarına veya vücut dışına bırakan bezlerdir. Süt bezleri, ter bezleri, tükürük bezleri, gözyaşı bezleri ekzokrin bezlerdir.

Bilgi Notu

Endokrin bezler: Vücudun hormon üreten iç salgı dokularına denir. Endokrin bezlerin tümüne **endokrin sistem** adı verilir. Bu sistemi inceleyen bilim dalına endokrinoloji denir.

Endokrin bezler (iç salgı bezleri), salgılarını doğrudan kana veren kanalsız bezlerdir. Salgılarına **hormon** adı verilir. Hipotalamus, hipofiz ve tiroit bezleri endokrin bezlerdendir.

Karma bezler, hem iç salgı hem dış salgı yapan bezlerdir. Pankreas, mide, bağırsak, karaciğer, böbrek, eşeysel bezler (ovaryum, testis) gibi bezler karma bezlerdir.



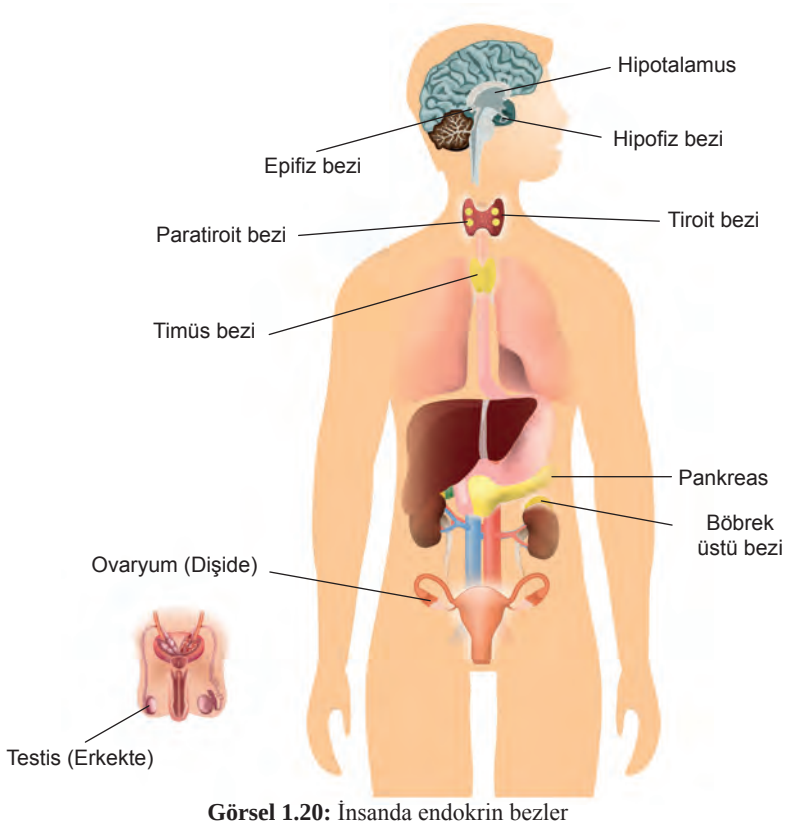
Görsel 1.19: Kana hormon salınımı

UYARI ! *Sinir sistemi ve endokrin sistem birlikte çalışarak iç haberleşme ve böylelikle homeostazi sağlar. Sinir sistemi daha hızlı mesaj iletebilirken hormonların etkisi daha uzun sürer.*

Hormonlar, doku ve organların yapısını ve fonksiyonlarını düzenleyen kimyasal habercilerdir. Her hormonun belirli bir hedef hücre veya hücreleri vardır. Hedef hücrenin üzerinde ya da içinde o hormona özgü reseptörler bulunur. Kan yoluyla taşınan ve kanda az miktarda bulunan hormonlar, reseptörlere bağlanarak hücrelerde tepkiye neden olur. Uygun reseptörleri bulundurmayan hücreler uyarılara tepkisiz kalır. Görevini tamamlayan hormonlar, etkilediği hedef hücrede ya da karaciğerde parçalanır.

İç salgı bezleri; hipotalamus, hipofiz bezi, epifiz bezi, tiroit bezi, paratiroit bezi, timüs bezi, pankreas, böbrek üstü bezleri ve eşeysel bezlerdir.

Hipotalamus, beyinden ve vücuda yayılmış sinirlerden aldığı uyartılara göre salgılar üretir. Hipotalamusun iki tür salgısı vardır: Birinci tür salgılarını hipofizin arka lobuna taşır, gerektiğinde buradan kana salgılanır. Bu hormonlar **antidiüretik hormon (ADH)** ve **oksitosin** hormonlarıdır. İkinci tür salgılar ise, hipofiz bezinin ön lobunun çalışmasını düzenleyen **salgılatıcı hormon (RF)** ve hormon salgılamasını durduran **engelleyici hormonlar**dır.



Görsel 1.20: İnsanda endokrin bezler

1.1.2.1. Hipofiz Bezi

Hipotalamusun altında konumlanmıştır. **Ön hipofiz** ve **arka hipofiz** olmak üzere iki lobu bulunan endokrin bezdir. Ön hipofiz lobunun hormon salgılaması, hipotalamusun salgılatıcı ve engelleyici hormonları tarafından kontrol edilir.

Araştıralım-Paylaşalım

Büyüme döneminde çocukların acıkma ve yorulma hissi azdır. Nedenini araştırarak sınıfta tartışınız.

Ön hipofiz hormonları şunlardır: **büyüme hormonu** [Somatotropin hormon (GH)], **tiroit uyarıcı hormon** (TSH), **adrenokortikotropik hormon** (ACTH), **folikül uyarıcı hormon** (FSH), **lüteinleştirici hormon** (LH), **prolaktin** (PRL) veya diğer adıyla **lüteotropik hormon** (LTH), **melanosit uyarıcı hormon** (MSH).

Büyüme hormonu (somatotropin hormon), genellikle gelişme dönemlerinde dokuların özellikle uzun kemiklerin uzamasını sağlayan bölgeyi (epifiz plağı) uyararak vücudun büyümesini ve hücrede protein miktarının artmasını sağlar. İnsanlarda görülen bazı büyüme bozuklukları, büyüme hormonunun normal olmayan miktarda üretimine bağlıdır. Gelişme sırasında aşırı büyüme hormonu üretimi **devleşmeye** (gigantizm) neden olur. Ergin bireylerde bu hormonun aşırı üretimi el, ayak ve baştaki kemiklerde **anormal büyümeye** (akromegali) sebep olur. Çocukluk döneminde büyüme hormonunun yetersiz salgılanması **cüceliğe** (dwarfizm) neden olur. Çocuklarda cücelik tedavisi, erken yaşlarda dışarıdan büyüme hormonu verilerek gerçekleştirilebilir.

UYARI !

*İnsanda görülen büyüme bozukluklarının tedavisinde, insan büyüme hormonu kullanılır. Eskiden büyüme hormonu sadece insan hipofiz bezinden elde edilebiliyordu. Bu yüzden hastaları tedavi edecek miktarda hormon elde etmek zordu. Ancak günümüzde biyoteknoloji alanındaki gelişmeler sayesinde, rekombinant DNA teknolojisiyle insan büyüme hormonu, **Escherichia coli** (Eşerişya koli) bakterisi tarafından üretilmektedir. Bu teknolojiyle tedavi amaçlı yeterli miktarda hormon elde edilmektedir.*

Tiroit uyarıcı hormon (TSH), tiroit bezinin tiroksin hormonunu üretmesi için uyararak bu bezin çalışmasını düzenler. TSH hormonunun fazla salgılanması tiroit bezinden fazla tiroksin salgılanmasına ve tiroit bezi hücrelerinin sayısının artmasına sebep olur. Böylece tiroit bezi büyür.

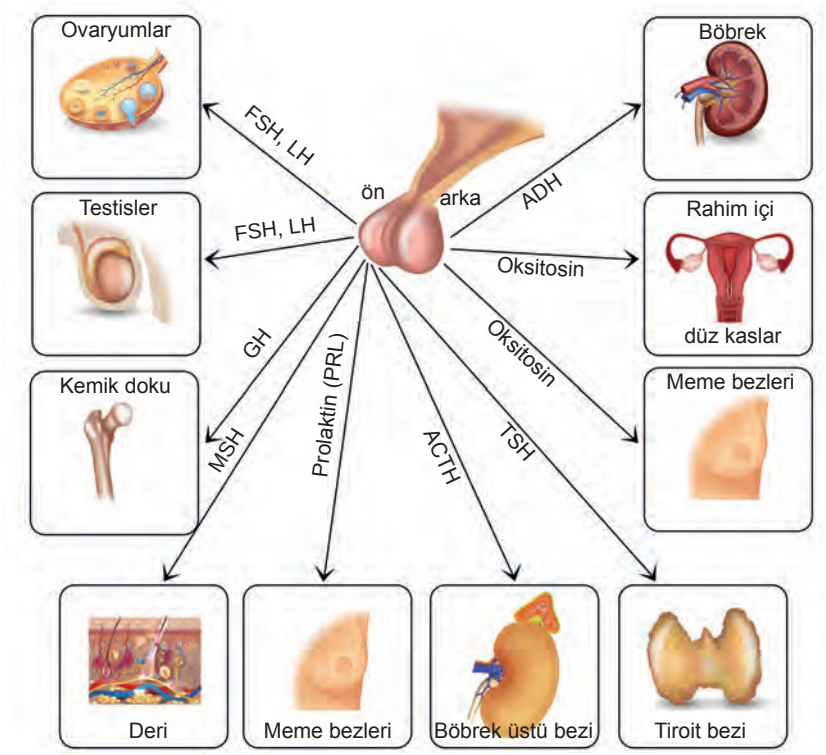
Adrenokortikotropik hormon (ACTH), böbrek üstü bezinin kabuk bölgesinin (adrenal korteks) çalışmasını düzenler.

Folikül uyarıcı hormon (FSH), kadında yumurtalıkları (ovaryumu) etkileyerek yumurta üretimini (oogenez) sağlar. Erkekte testisleri (er bezlerini) etkileyerek sperm üretimini (spermatogenez) sağlar. **Lüteinleştirici hormon** (LH), yumurtalık (ovaryum) ve testisleri (er bezleri) uyarır. Yumurtalıkta ovulasyonu (yumurtlama) ve **korpus luteum** oluşumunu sağlar. Yumurtalıktan **östrojen** ve **progesteron**, testislerden ise **testosteron** hormonlarının üretimini başlatır. **Prolaktin** (LTH), meme bezlerinin gelişimini, süt yapımını ve salgılanmasını sağlar.

Bilgi Notu

Korpus luteum: Ovulasyonda (yumurta atımı) yumurtanın içinde bulunduğu folikül yırtılır ve folikülün ortası çöker. LH hormonunun etkisiyle hızla değişip sarı renkli bir yapıya dönüşür. Bu sarı cisme korpus luteum denir. Buradan östrojen ve progesteron hormanları salgılanır.

Melanosit uyarıcı hormon (MSH), deride bulunan melanin pigmentinin dağılımını kontrol eder. Memelilerde yağ metabolizmasını etkiler.



Görsel 1.21: Ön ve arka hipofiz lobu hormonları

UYARI ! *Emzirmenin ilk dönemlerinde, prolaktin salgısının artmasının yanı sıra hipotalamustan salgılatıcı hormon (gonadotropin salgılatıcı hormon) salgılanması baskılandığı için FSH ve LH salgısı azalır.*

Arka hipofiz lobu, hipotalamusla bağlantılıdır. Hipotalamusta üretilen antidiüretik hormon (ADH) ve oksitosin hormonu arka hipofiz lobundan depolanır ve gerektiğinde buradan salınır. **ADH** (**Vazopressin**), böbreklerden suyun geri emilimini sağlayarak kandaki su miktarını dengede tutar. Kanın madde yoğunluğu (ozmolarite) hipotalamus tarafından izlenir. Bu yoğunluk arttığında hipotalamus uyarılır ve arka

hipofizden ADH salınır. ADH, böbreklerden suyun geri emilimini artırır ve su içme isteği oluşturur. Kanın ozmolaritesi düştüğünde hipotalamus, ADH salgısını ve su içme isteğini azaltır. Böbrekte su emilimi de azalır. Böylece kanın madde yoğunluğu istenilen düzeye iner. Bu **negatif geri bildirim** sayesinde homeostazi sağlanmış olur. ADH eksikliğinde böbreklerde suyun geri emilimi sağlanamadığı için çok miktarda su kaybedilir. Bunun sonucunda kandaki su miktarı azalır ve çok miktarda seyreltik idrar oluşur. Sık idrara çıkma, çok su içme şeklindeki bu hastalığa *Diabetes insipidus* (şekersiz şeker hastalığı) denir. ADH aynı zamanda damarları daraltarak kan basıncını artırır.

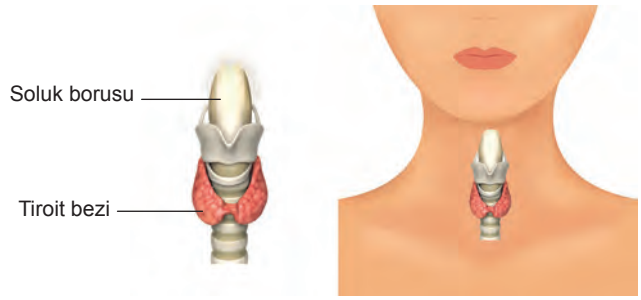
Bilgi Notu

Negatif geri bildirim sistemi (negatif feed back): Bir endokrin bezin uyarılması sonucu salgılanan hormonun kandaki miktarı artınca uyarı azalır ve hormon salgısı da durdurulur. Bu olaya negatif geri bildirim denir.

Oksitosin, sadece dişilerde salgılanan bir hormondur. Doğum sancısının oluşmasını ve devamında sütün süt kanallarına salınmasını uyarır. Bu nedenle bazen doğum sırasında doğum sancısı oluşturmak için enjekte edilir.

1.1.2.2 Tiroit Bezi

Tiroit bezi, soluk borusunun her iki yanında bulunan iki loplu bir bezdir. **Tiroksin** ve **kalsitonin** hormonlarını salgılar. Tiroit hormonlarının salgılanması hipotalamus ve ön hipofiz tarafından negatif geri bildirim sistemi ile kontrol edilir (Görsel 1.22).



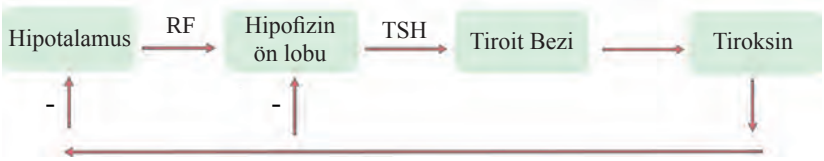
Görsel 1.22: Tiroit bezi

Tiroksin hormonunun negatif geri bildirim ile kontrol edilmesi şu şekilde sağlanır: Öncelikle hipotalamus, salgılatıcı hormon (RF) salgılayarak ön hipofizi TSH salgılaması için uyarır. Salgılanan TSH, tiroit bezini uyarır ve tiroit bezinden tiroksin salgılanır. Tiroksin hormonu belli bir değerin üzerine ulaşırsa hipotalamus ve hipofiz uyarılarak RF ve TSH salgılarının azaltılması sağlanır (Negatif geri bildirim). Böylece tiroksin üretimi de azalır.

Araştıralım-Paylaşalım

Diabetes insipidus hastalığının teşhisi ve tedavisi ile ilgili araştırma yapınız. Ardından dâhiliye veya beslenme uzmanıyla da görüşerek araştırma ve görüşme sonuçlarını slayt hâlinde sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Tablo 1.4. Tiroksin Hormonun Negatif Geri Bildirim Sistemi



Tiroksin hormonu, vücutta bazal metabolizma hızını, hücresel işlevlere enerji sağlamak amacıyla mitokondrilerin sayısını ve aktivitesini arttırır. Böylece vücudun bütün hücreleri bu hormondan etkilenir. Hücrelerin ne kadar oksijen kullanacağını ve enerji üreteceğini belirler. Tiroksin salgısı artmış bir insanın kalp atış hızı, tansiyonu yüksektir. Vücut sıcaklığı normalden fazladır. Ayrıca protein sentezini ve zihinsel işlevleri kontrol eder.

Bilgi Notu

Otoimmün bozukluk: Bağışıklık sisteminin vücut hücrelerini yabancı hücre olarak algılaması ve bu hücrelere zarar vermesi şeklinde gerçekleşen bozukluğa otoimmün bozukluk denir.

İnsanda tiroit hormonlarının aşırı salgılanması, **hipertiroidizm** olarak bilinir. Bu durumun yaygın görülen şekli **Graves hastalığı**dır. Bu **otoimmün bozukluk**ta, bağışıklık sistemi, tiroit bezindeki TSH reseptörlerine bağlanan antikorlar üretir. Antikorlar, TSH'nin bağlandığı zar reseptörlerine bağlanarak tiroit bezinin hormon üretimini artırır. Tiroksin artışı da negatif geri bildirim ile TSH'yi azaltır.

Hipertiroidizm; kilo kaybı, aşırı terleme, sinirlilik, yüksek kan basıncı, iştah artışı, kalp atışında hızlanma gibi belirtilerle kendini gösterir.

Hipertiroidizmli hastaların yaklaşık üçte birinin göz küreleri dışarı doğru çıkar. Bu durum gözlerinin arkasında sıvı birikmesinden kaynaklanır. Hipertiroidizm, tiroit bezinin büyük kısmının ameliyatla çıkarılmasıyla veya bezin bir kısmının radyoaktif iyotla tahrip edilmesiyle tedavi edilir.

İnsanda tiroit hormonlarının az salgılanması ise **hipotiroidizm** olarak bilinir. Bu durumda bazal metabolizma hızı yavaşlar. Kilo alma, bitkinlik, erişkinlerde soğuğa dayanıksızlık gibi belirtiler gözlenir. Fetüs, bebeklik veya çocukluk döneminde tiroit eksikliği, iskelet ve zekâ geriliğiyle kendini gösteren **kretenizm** hastalığına sebep olur. Erken yaşlarda tiroit hormonu ile tedavisi sağlanırsa hastalık kısmen giderilebilir.

Tiroit hormonunun yapımı için iyot gereklidir. Tiroit hormonlarının genelde iyot eksikliğine bağlı yeterli miktarda üretilememesi durumunda, ön hipofizden sürekli TSH salgılanması, tiroit bezinde büyümeye neden olur. Bu duruma **basit guatr** denir.

Kalsitonin hormonu, tiroit bezinden salgılanan diğer hormon çeşididir. Kandaki kalsiyum seviyesi belirli bir değeri aştığında salgılanarak bu değerin düşürülmesini sağlar. Kalsitonin kandan kemiğe kalsiyum göndererek kemikleri güçlendirir. 100 ml kanda 10 mgr Ca^{+2} bulunmalıdır. Bir insanın kanında kalsiyum miktarı artarsa kalsitonin salgılanması artar, fazla kalsiyum kemiklere gönderilir. Böbreklerden kalsiyum emilimi azaltılır ve idrarla daha fazla kalsiyum atılması sağlanır.

1.1.2.3. Paratiroit Bezi

Tiroit bezinde konumlanmış dört küçük bezden oluşur. Salgıladığı hormona **parathormon** adı verilir. Parathormon, kandaki kalsiyum derişimini yükseltirken fosfat derişimini azaltır. Bu işlemi gerçekleştirirken kemik yıkımını uyararak kana kalsiyum geçişini sağlar. Kalsiyumun böbreklerden ve bağırsaklardan geri emilimini arttırarak atılmasını önler.

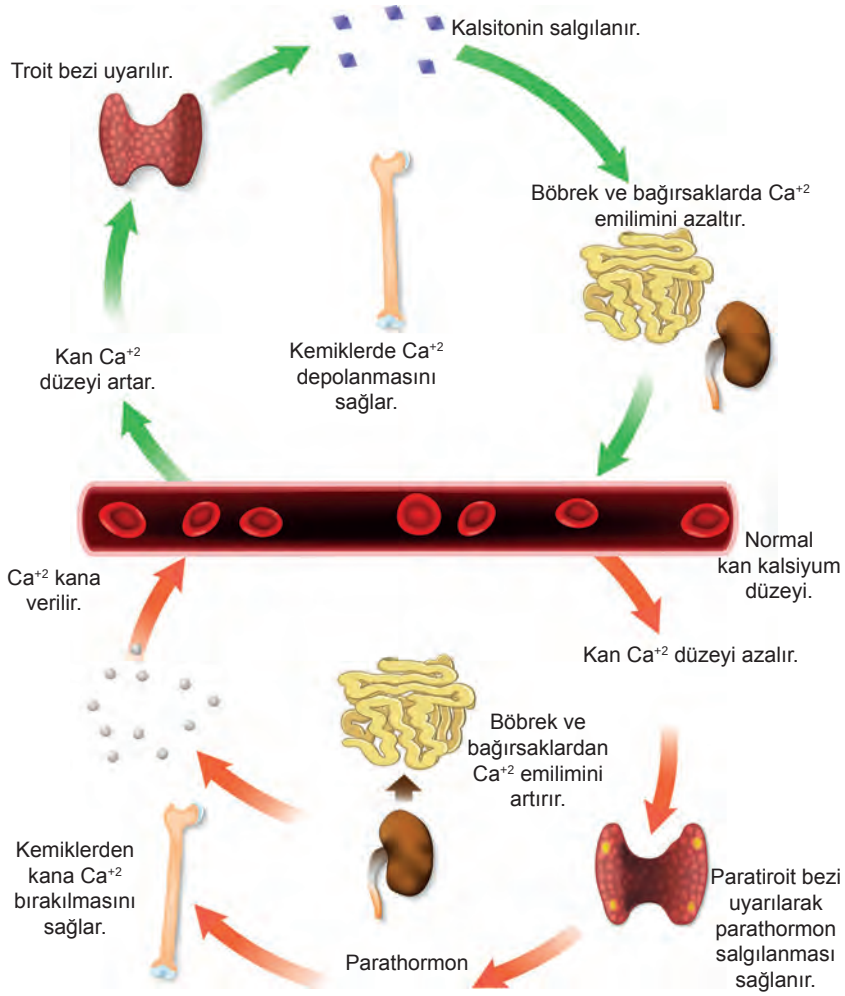
Parathormon, besinlerden alınan ya da güneş ışığı yardımıyla deride sentezlenen inaktif D vitaminini karaciğerde ve daha sonra böbrekte aktif D vitamini hâline çevirir. Aktif D vitamini de bağırsakları etkileyerek kalsiyum emilimini artırır.

Parathormon ile tiroit bezinden salgılanan kalsitonin hormonu, birbirlerine zıt etki göstererek **(antagonist hormonlar)** kandaki kalsiyum-fosfat seviyesini dengede tutar.

Sinirlerde uyartı iletimi, kemik oluşumu, kasların kasılması, aktif taşıma, kan pıhtılaşması gibi hayati önem taşıyan olaylarda kalsiyum gereklidir. Bu nedenle vücutta kalsiyum dengesi çok önemlidir.

Parathormona zıt etki ile çalışan kalsitonin hormonu, kandaki kalsiyum değeri belirli bir düzeyi geçtiğinde salgılanır ve kandaki fazla kalsiyumun azaltılmasını sağlar. Böylece bu hormonlar, kandaki kalsiyum düzeyini belirli bir değer aralığında tutarak homeostaziye katkıda bulunur (Görsel 1.23). Parathormon salgısının yetersiz olması durumunda böbrek ve bağırsaklardan kalsiyum emilimi azalır. Kanda bulunan kalsiyum oranı düşer. Kalsiyum azlığı **tetani** hastalığına da neden olur.

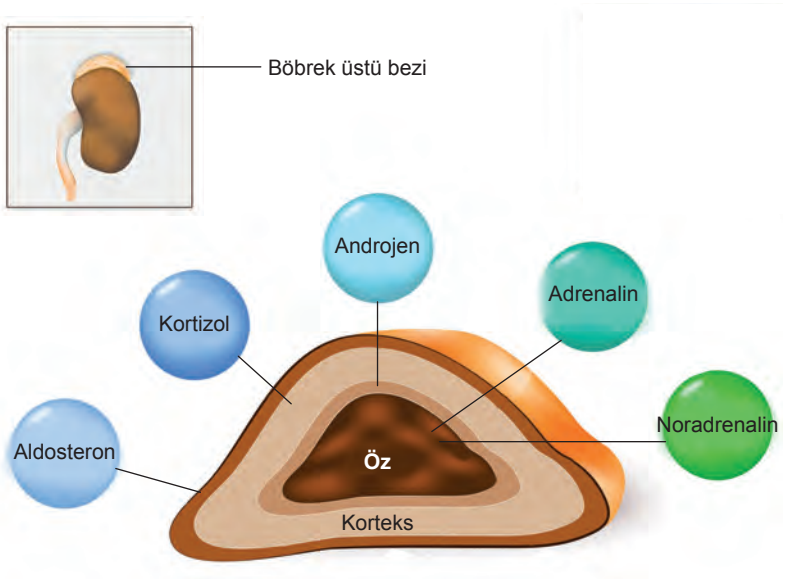
Parathormon salgısının fazla olması durumunda kemik ve kaslardaki kalsiyum kana geçer. Kas güçsüzleşir, kemikler zayıflar. Kanda kalsiyum oranı artar. Kandaki fazla kalsiyum, böbreklere taşınır ve burada fosfat iyonlarıyla birleşip **böbrek taşları**nı oluşturur.


Kalsitonin salgılanır.
Troit bezi uyarılır.
Böbrek ve bağırsaklarda Ca+2 emilimini azaltır.
Kan Ca+2 düzeyi artar.
Kemiklerde Ca+2 depolanmasını sağlar.
Normal kan kalsiyum düzeyi.
Ca+2 kana verilir.
Kan Ca+2 düzeyi azalır.
Böbrek ve bağırsaklardan Ca+2 emilimini artırır.
Kemiklerden kana Ca+2 bırakılmasını sağlar.
Paratiroit bezi uyarılarak parathormon salgılanması sağlanır.
Parathormon

Görsel 1.23: Kanda kalsiyum oranının düzenlenmesi

1.1.2.4. Böbrek Üstü Bezleri (Adrenal Bezler)

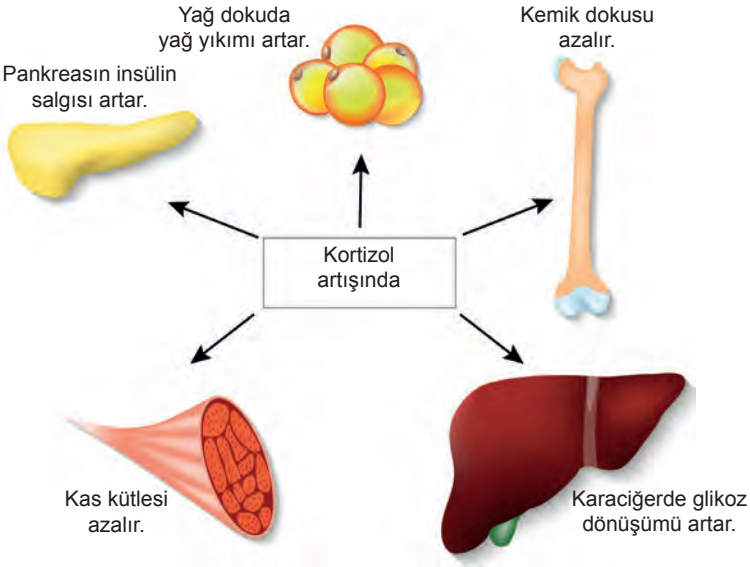
Böbrek üstü bezleri her iki böbreğin üzerinde bulunur ve böbreklerden bağımsız çalışır. Bu bezler yapı ve görev bakımından farklı iki kısımdan oluşur. Bezin dıştaki açık renkli kısmı **kabuk bölge** (korteks), içteki koyu renkli kısmı **öz bölge** (medulla) adını alır. Kabuk bölgesinden steroit yapılı **kortizol**, **aldosteron** ve **eşey hormonları** salgılanır. Bu hormonlara genel olarak **kortikosteroitler** denir. Öz bölgesinden salgılanan hormonlar ise adrenalin ve noradrenalindir (Görsel 1.24).



Görsel 1.24: Böbrek üstü bezinden salgılanan hormonlar

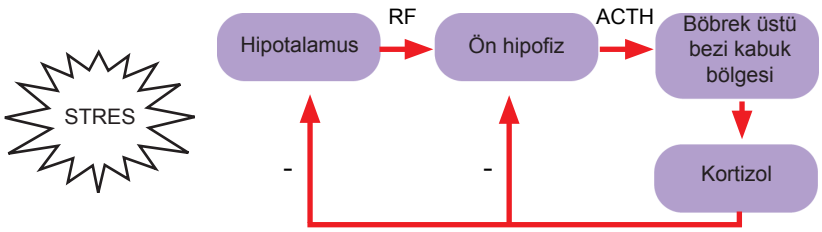
Kortizol, karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında etkilidir. Protein ve yağların parçalanarak glikoza dönüşmesine neden olur. Oluşan glikozu kana vererek kan glikoz seviyesini yükseltir (Görsel 1.25).

Kortizolun bağışıklık sistemini baskılayıcı, alerji ve iltihap (yangı) önleyici etkileri vardır. Alerjik hastalıkların tedavisinde kortizol dışarıdan ilaç olarak verilebilmektedir. Fakat bu ilaç, metabolizma hızını etkilediğinden yan etkileri de görülmektedir.



Görsel 1.25: Kortizol hormonu artışının etkileri

Kortizol salınımı, negatif geri bildirim sistemiyle hipotalamus ve ön hipofiz tarafından kontrol edilir. Uzun süreli stres durumlarında kortizol salınımı artar. Stresle ilgili uyarılar hipotalamusun salgılatıcı hormon (RF) salgılamasına neden olur. Bu sayede hipofizin ön lobu ACTH salgılar. ACTH, böbrek üstü bezinin kabuk bölgesinden kortizol salgılanmasına sebep olur. Kanda bulunan yüksek kortizol seviyesi hipotalamusu ve hipofizin ön lobunu negatif geri bildirim sistemiyle etkileyerek kortizol salınımını durdurur (Görsel 1.26).



Görsel 1.26: Kortizol hormonu salgılanması ve negatif geri bildirim sistemi

Aldosteron, böbreklerden sodyum (Na^+) ve suyun geri emilmesini sağlayıp potasyum (K^+) atılmasını uyarır. Böylece kanın hacmi ve basıncı arttırılmış olur. Aldosteron fazlalığı vücutta Na^+ birikimine ve K^+ atılımına sebep olur. Bu durumda kas ve sinir hücrelerinin zarlarında **hiperpolarizasyon** görülür. Sonucunda kaslarda uyarılma yetersizliğine bağlı olarak kas zayıflığı meydana gelir. Ayrıca kandaki Na^+ iyonundan dolayı kan hacminin ve basıncının artması nedeniyle yüksek tansiyon gözlenir.

Aldosteronun az salgılanması durumunda ise potasyum (K^+) derişimi normalin üzerine çıkar. Kalp kasılması zayıflar ve kan basıncı düşer. Kas yorgunluğu ve deride pigmentasyon şeklinde görülen bu hastalık **addison hastalığı** (tunç hastalığı) olarak adlandırılır.

Böbrek üstü bezlerinin kabuk bölgesinde, az miktarda da olsa eşeysel hormonlar üretilmektedir. Bunlar; **östrojen**, **progesteron** ve **androjenler**dir.

Böbrek üstü bezlerinin öz bölgesinden salınan hormonlar, genellikle "savaş-kaç" gibi acil durumlara kişiyi hazırlar. Bu bölgeden **adrenalin** (epinefrin) ve **noradrenalin** (norepinefrin) hormonları salgılanır.

Adrenalin ve noradrenalin hormonlarının heyecan, korku, tehlike gibi durumlarda salgılanması artar. Bu gibi durumlarda otonom sinirlerle birlikte çalışarak vücudun duruma uyumunu sağlar. Bu hormonların etkisiyle kandaki glikoz miktarı artar. Akciğerlerdeki bronşların genişlemesiyle vücuda daha çok oksijen (O_2) girişi sağlanır. Bu nedenle, astım krizlerinde hava yollarını genişletmek veya kalbi güçlendirmek için adrenalin uygulanır. Ayrıca adrenalin kalp atışını hızlandırır, kan basıncını arttırır. Kalp, beyin ve iskelet kaslarına giden damarları genişleterek buralara daha çok kan gitmesini sağlar. Adrenalin genelde kalp ve metabolik hızı artırmada etkili iken sindirim organlarının çalışmasını azaltır. Noradrenalinin ana görevi ise kan basıncını düzenlemektir.

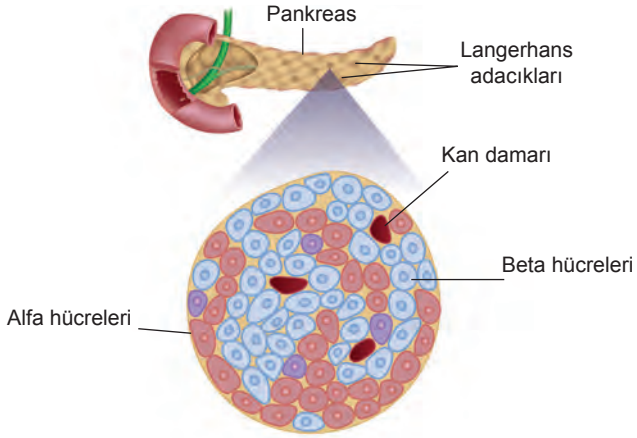
1.1.2.5. Pankreas

Pankreas, hem endokrin hem de ekzokrin bez olarak görev yapan karma bir bezdir. Sindirim enzimi salgılayan ekzokrin dokuları arasındaki endokrin hücre kümelerine **langerhans adacıkları** adı verilir. Langerhans adacıklarının alfa hücreleri **glukagon** hormonu salgılarken beta hücreleri **insülin** hormonu salgılar. İnsülin ve glukagon, kandaki glikoz düzeyini ayarlayan, birbirine zıt çalışan iki hormondur (Görsel 1.27).

Kandaki glikoz miktarı arttığında insülin salgılanır. İnsülin, kandaki glikozun vücut hücrelerine geçmesini sağlar. Glikoz, kas ve karaciğer hücrelerinde glikojen hâlinde depolanır. Bu sayede kandaki glikoz seviyesi düşürülmüş olur. Kandaki glikoz miktarı azaldığında ise glukagon hormonu salgılanır.

Bilgi Notu

Hiperpolarizasyon: Nöron zarının iç kısmının dış kısmına göre daha negatif olduğu hücre zarı potansiyelindeki değişikliktir. Bu durumda nöronun impuls iletme şansı azalır.



Görsel 1.27: Pankreasın langerhans adacıklarında bulunan alfa ve beta hücreleri

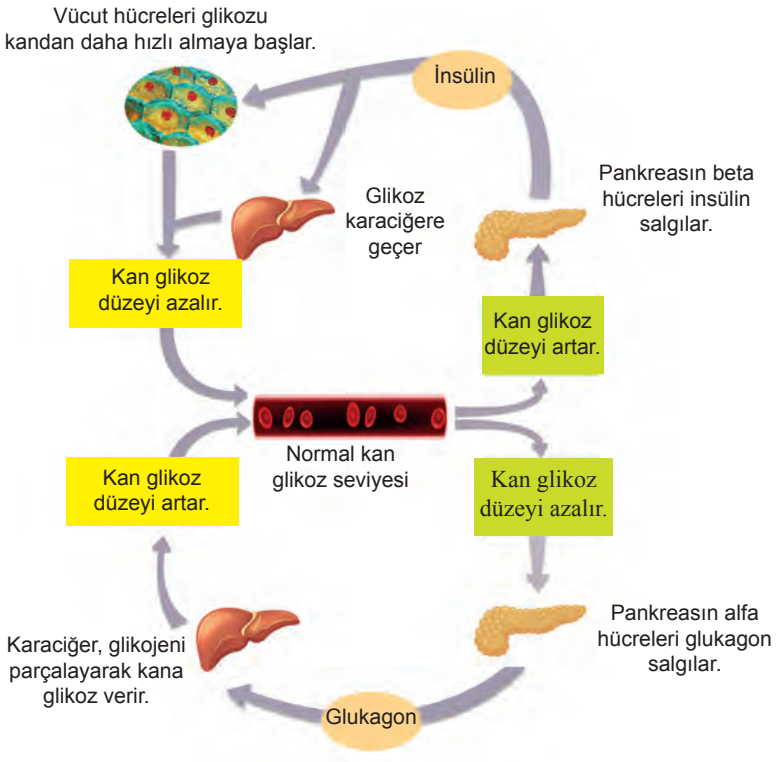
Glukagon hormonu, kas ve karaciğer hücrelerinde depolanan glikojenin, glikoza parçalanmasını sağlar. Karaciğerde oluşturulan glikoz kana verilir, kanda glikoz seviyesi yükselmiş olur (Görsel 1.28).

İnsülinin tepki organı sinir hücreleri dışındaki tüm vücut hücreleridir. İnsülin hormonunun yeterli salgılanamadığı veya hedef hücrelerin tepki veremediği durumlarda, kanın glikoz düzeyi normalden fazladır. Böbrekler, idrarla birlikte glikozu ve suyu atmaya başlar. Buna bağlı olarak kişide idrar miktarı ve su içme isteği artar.

Araştıralım-Paylaşalım

Tip I ve tip II şeker hastası bireylerin yaşam kalitesi nasıl etkilenir? Bu bireyler günlük yaşamlarında nelere dikkat etmelidir? Araştırınız ve sınıfta paylaşınız.

Vücut hücreleri temel enerji maddeleri olan glikozu alamadığı için, enerji kaynağı olarak yağ ve proteinleri kullanır. Bu durum **şeker hastalığı** veya **diyabet *(Diyabetes mellitus)*** olarak tanımlanır. Bu hastaların vücudunda oluşan yaralar geç iyileşir. Kan basıncı yüksektir. Birey hastalıklara kolay yakalanır.


Vücut hücreleri glikozu kandan daha hızlı almaya başlar.
İnsülin
Glikoz karaciğere geçer
Pankreasın beta hücreleri insülin salgılar.
Kan glikoz düzeyi azalır.
Kan glikoz düzeyi artar.
Normal kan glikoz seviyesi
Kan glikoz düzeyi artar.
Kan glikoz düzeyi azalır.
Karaciğer, glikojeni parçalayarak kana glikoz verir.
Pankreasın alfa hücreleri glukagon salgılar.
Glukagon

Görsel 1.28: Kanda şeker yoğunluğunun düzenlenmesi

İki tip şeker hastalığı vardır: **Tip I diyabet**, insülin salgısının yokluğu nedeniyle ortaya çıkar. Bağışıklık sistemi, pankreas hücrelerini hedef alır ve pankreas insülin üretemez hâle gelir. Bu otoimmün bozukluk daha çok, çocukluk dönemlerinde ortaya çıkar. Bu hastalık, genellikle, günde birkaç kez insülin enjekte edilerek tedavi edilir.

Tip II diyabet ise çoğunlukla ilerleyen yaşlarda, kalıtsal faktörler, şişmanlık, hareketsiz yaşam koşulları gibi etkenlerle ortaya çıkar. Bu hastalıkta, genellikle hedef hücrelerdeki reseptörlerin farklılaşması sonucu hücre insüline tepki veremez. Çoğu hasta, egzersiz ve uygun beslenmeyle kandaki glikoz düzeyini dengede tutabilir. Şeker hastalığının ortaya çıkmasında en önemli etken genetik yatkınlıktır.

1.1.2.6. Eşeysel Bezler

Dişide ovaryum, erkekte testis adını alan eşeysel bezler; **androjenler**, **östrojen** ve **progesteron** olarak adlandırılan steroit yapılı hormonları üretir ve salgılar. Dişide yumurtalıklarda, erkekte ise testislerde üretilen bu hormonlar, büyüme ve gelişmeyi düzenleyerek üreme döngülerini ve eşeysel davranışları kontrol eder.

Ovaryum, dişilerde karın boşluğunda bulunur. Östrojen ve progesteron hormonlarını salgılar. Östrojen, ergenlik döneminde ikincil dişilik özelliklerinin (meme bezlerinin büyümesi, sesin incelmesi, omuzların dar olması, vb.) ortaya çıkmasını sağlar. Bunun yanında yumurta kanalını, ovaryumu, döl yatağının (uterus) büyüyüp gelişmesini uyarır. Progesteron ise döl yatağını, embriyonun tutunup gelişebilmesi için uygun hâle getirir.

Testislerde, bulunan leydig hücreleri tarafından testosteron hormonu salgılanır. Testosteron, spermlerin olgunlaşmasını sağlar. Ergenlik döneminde ikincil erkeklik özelliklerinin (sesin kalınlaşması, vücut kıllanması vb.) ortaya çıkmasını ve sperm oluşumu için testislerin normal gelişimini sağlar.

UYARI ! *Östrojen, progesteron ve testosteron hormonlarının sentezi, ön hipofiz hormonları olan FSH ve LH ile kontrol edilir. FSH ve LH ise hipotalamus tarafından denetlenir.*

1.1.2.7. Timüs Bezi

Göğüs kemiğinin üzerinde bulunan endokrin bezdir. **Timozin** adında bir hormon salgılar. Timüs bezinin; büyüme, eşeysel olgunluğa ulaşma ve T lenfositlerini uyararak bağışıklık sistemi üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

1.1.2.8. Epifiz Bezi

Beyin yarım kürelerinin arasında bulunan endokrin bezdir. Salgısı **melatonin** hormonudur. Melatonin hormonu derinin renklenmesinde görev alır. Asıl işlevi ise, mevsimsel gün uzunluğu ve ışığa bağlı olarak vücudun biyolojik ritminin düzenlenmesini sağlamaktır.

Gece salgılanan melatonin hormonunun, gecenin uzunluğuna göre salgılanma miktarı artar. Bu hormon gece daha çok salgılanarak vücudun biyolojik ritminin düzenlenmesinde rol oynar.

Yapalım, Öğrenelim 1

Çalışmanın Yapıldığı Sınıf **Çalışmanın Yapıldığı Tarih**

Çalışmanın Adı İnsan vücudunda salgılanan hormonlarla ilgili öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesi

Çalışmanın Amacı
- Hormonların insan vücuduna etkilerini fark etmek
- Hormonların vücutta sentezlendiği yerleri ve yapısını öğrenmek
- Hormonları birbirleriyle karşılaştırmak
- Öğrendiği bir bilgi yoluyla akran arası iletişim kurmak

Malzeme ve Materyaller
- A5 boyutundaki hormonlarla ilgili soru kâğıdı
- Kalem
- Marakas (Bir müzik aleti)

Etkinliğin Yapılışı
- Öğretmen, hormonlarla ilgili kaynakta olduğu gibi hazırlanan soru kâğıtlarını öğrenci sayısı kadar çoğaltır.
- Kâğıtlarda hormonlarla ilgili dokuz sorunun olduğu ve bu soruların cevaplarını bulmaları gerektiği öğrencilere söylenir.
- Cevapları bulmak için mutlaka ayağa kalkılması ve soruları arkadaşlarına sorması gerektiği söylenir.
- Bir kişiden cevap alındığında, o kişiye başka soru sorulamayacağı belirtilir.
- On dakika süreleri olduğu ve ilk tamamlayan üç kişinin masanın üzerindeki marakası çalma hakkı olduğu belirtilir.
- Etkinlik sonunda kâğıdı tamamlayan ilk üç kişinin kâğıdı sınıfta paylaşılarak cevaplar kontrol edilir.
- Dikkat, her öğrencinin yerinden kalkması ve arkadaşlarına kâğıttaki sorulardan birini sorması teşvik edilmelidir.

Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması
1. En çok hangi sorunun/soruların cevabı doğru yapılmış? Neden?
2. Soruları cevaplarken neyi yapmakta zorlandınız. Bunu değiştirmek için ne yapmayı düşünürsünüz?

Kaynak

Ders Öğretmeni **Tarih/İmza**

Kandaki kalsiyum düzeyini azaltan hormonun adı nedir?	Kandaki glikoz düzeyini arttıran hormonların adları nedir?	Akromegali hangi hormonun fazla salgılanmasından kaynaklanır?
Böbrekte sodyum iyonlarının geri emilimini sağlayan hormonun adı nedir?	Hangi hormonun yapısında iyot vardır?	Kalp atış hızını arttıran hormonlar hangileridir?
Sadece kadınlarda görülen ve hipofizden salgınan hormonlar nedir?	*Diabetes insipidus* hastalığı hangi hormonun eksikliğinden kaynaklanır?	Kadında yumurta ve erkekte sperm üretimini uyaran hipofiz hormonları nedir?

1.1.3. Sinir Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması

MS [Multiple Skleroz (Moltibıl Sikleroz)]; beyin ve omurilikte, mesajları taşıyan sinir telleri etrafındaki miyelin kılıfa akyuvar hücrelerinin zarar vermesinden kaynaklanan otoimmün bir hastalıktır. Kılıfın hasar gördüğü yerler sertleşmiş dokulara dönüşür. Bu sertleşmiş alana plak adı verilir. Bu plaklar, sinir sistemi içinde pek çok yerde oluşabilir ve sinirler boyunca mesajların iletilmesini engelleyebilir. Belirtileri, etkilenen sinir sistemi bölgesine göre farklılık gösterir. Hâlsizlik, karıncalanma, uyuşma, duyu eksikliği, denge bozukluğu, çift görme, görme azlığı, konuşma bozukluğu, titreme, kol ve bacaklarda sertlik, güçsüzlük, idrar kaçırma veya yapamama, erkeklerde cinsel güç azlığı en yaygın belirtileridir. Tanımlanan belirtilerin bir ya da birkaçına bir arada rastlanabilir. Hastalık genellikle gençlerde, kadınlarda, sosyoekonomik düzeyi yüksek toplumlarda ve kentlerde yaşayan eğitim düzeyi yüksek kişilerde görülmektedir. Multiple Skleroz, bulaşıcı veya ölümcül bir hastalık değildir. Bir akıl ya da ruh sağlığı hastalığı olmayıp tamamen bir sinir sistemi hastalığıdır. MS hastalarının, aldıkları ilaçların etkisiyle bazen enfeksiyon hastalıklarına karşı direnme güçleri azalır. Bu nedenle hastaların, solunum yolları enfeksiyonları, idrar yolu enfeksiyonları gibi hastalıklara dirençleri azaldığından bu tür hastalıklara yakalanma eğilimleri diğer insanlardan daha fazladır.

Alzheimer (Alzaymır), yaşanan olayları karıştırma ve hafıza kaybıyla tanımlanan bir çeşit bunama veya zihinsel bozukluktur. Yaşın ilerlemesine bağlı olarak hastalığın görülme sıklığı artar. Beynin; hafıza, bilinç, dikkat, farkındalık, düşünce, dil ve algılamada çok önemli işlevi olan beyin kabuğundaki ve limbik sistemdeki nöronların ölmesinden kaynaklanan bir hastalıktır. Beyin kabuğunda anormal protein birikimi ya da bellek bölgesinde asetilkolin azlığı da bu hastalığın nedenlerindendir. Limbik sistem, kısa süreli hafıza üzerinde etkili olduğu için hastalığın etkisiyle yakın geçmiş zor anımsanır. Hasta, günlük ihtiyaçlarını yerine getiremeyecek duruma gelebilir ve hastanın başkaları tarafından giydirilmesi, beslenmesi ve yıkanması gerekebilir. Alzheimer hastalığının ilerleyen evrelerinde hastalar, aile yakınlarını bile tanıyamaz hale gelip onları şüphe ve düşmanlıkla karşılayabilir. Tedavisi henüz bulunabilmiş değildir fakat bazı belirtilerin azaltılmasını sağlayan ilaçlar üretilmiştir. Hastalığın erken teşhisi için bunama belirtisi gösteren hastalara beyin görüntüleme yöntemi uygulanmaktadır.

Parkinson Hastalığı, motor (hareket) fonksiyonlarının bozulmasıdır. Belirtileri; kas titremeleri, denge bozukluğu, eğik duruş ve ayakları sürüyerek yürüme şeklinde gözlemlenmektedir. Yüz kasları hareketsiz ve donuk bir ifadeyle yüze sabitlenmiştir. Alzheimer hastalığı gibi, ilerleyen yaşlarda görülme sıklığı artan bir hastalıktır. Orta beyindeki dopamin sentezleyen hücrelerin ölmesinden kaynaklanır. Gençlerde parkinson hastalığının görülme nedeninin genetik yatkınlığa bağlı olduğu düşünülmektedir.

Araştırmalar, hastalığın, belirli mitokondriyal işlevler için gerekli olan genlerdeki bozukluklara bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Hastalığın bilinen bir tedavisi yoktur. Dopamin takviyesi, beyin ameliyatları, beynin uyarılması gibi yöntemler denenerek hastalık tedavi edilmeye çalışılmaktadır. Dopamin salgılayan nöronların orta beyne nakledilmesinin, hastalığın tedavisi için en uygun yöntem olduğu düşünülmektedir.

Epilepsi (Sara); çeşitli nedenlere bağlı olarak bir grup beyin hücresinde anormal elektrik yayılması sonucu ortaya çıkarak bilinç kaybına yol açan, motor ve duyusal fonksiyon bozukluğudur. Hastalık kendisini nöbetler hâlinde gösterir. İnsan; beyin travması, ateş yükselmesi gibi çeşitli nedenlerle epilepsi nöbeti geçirme potansiyeline sahiptir. Nörona ardı ardına gelen uyarılar, impulsun kimyasal olaylarla gerçekleşmesi nedeniyle, aktarımın belli bir noktadan sonra yavaşlamasına, dolayısıyla sinaptik iletimin yorulmasına neden olur. Böylece nöbet olayı gerçekleşir.

İnsanların yaklaşık %5'inin yaşamlarının herhangi bir döneminde en az bir kere epilepsi nöbeti geçirdiği bilinmektedir. Her epileptik nöbet geçiren kişi epilepsi hastasıdır demek doğru değildir. Belirli bir zaman içinde ve her hasta için belirli özelliklerde, bazen kendiliğinden bazen de tetikleyen faktörlerin etkisiyle nöbetler tekrarlanırsa epilepsi (sara hastalığı) tanısı konulur. Epilepsi hastalarının çoğu, sadece birkaç dakika süren hastalığa bağlı nöbetler geçirmeleri dışında tümüyle sağlıklıdır. Epilepsi en sık, çocukluk ve ergenlik dönemlerinde görülür. Erişkin dönemlerde ise felçten sonra ikinci sıklıkta görülen nörolojik bir hastalıktır. Epilepsi tedavisinde ilaçların düzenli kullanılması çok önemlidir.

Depresyon, günlük hayatta yapmaktan keyif alınan etkinliklere ilginin azalması, mutsuzluk, ümitsizlik, değersizlik hissi, iştah kaybı, düşünmede ve konsantre olmada azalma ve uykusuzluk gibi belirtilerle tanımlanan bir hastalıktır. Noradrenalin, serotonin ve dopamin salgılayan nöronların aktivitelerindeki azalmaya veya genetik faktörlere bağlı olduğu düşünülmektedir. Depresyon, konuşma terapileri ya da antidepresan ilaç kullanımıyla tedavi edilebilir bir hastalıktır. Bu nedenle depresyonda olduğunu düşünen kişiler mutlaka uzmanlardan yardım alarak tedavi olmalıdır.

Sinir sisteminin verimli çalışması için beynin ve beyindeki nöronların sağlıklı olması gerekir. Beynin en çok ihtiyaç duyduğu şeyler oksijen ve glikozdur. Bu nedenle özellikle büyük kentlerde yaşayan kişilerin, temiz havada, ağaçlık bölgelerde ya da deniz kıyısında derin nefes alarak egzersiz yapması, bu şekilde de beyinlerini oksijene doyurması gerekir.

Beynin kan-şeker seviyesini dengede tutmak önemlidir. Ana öğünlerde alınan glikozun yanı sıra sabah aç karnına ve ikindi vakitlerinde yenecek kuru meyvelerle de kan şekerini yükseltmek gerekir. Bol su içmek, özellikle B, C ve E **vitamini** içeren besinleri tüketmek, fazla tuz kullanımından kaçınmak, beyni geliştirecek faaliyetler yapmak (kitap okumak, yeni bir şeyler yapmayı öğrenmek, bir konu hakkında düşünmek, bir kavramla ilgili kavram haritası çıkarmak, her gün gidilen yoldan değil de alternatif yollardan gitmek vs.), beynin her yaşta açık, çalışır durumda ve sağlıklı olmasını sağlar.

Vücudun diğer organ ve yapıların bozulması da beyni etkiler. Tansiyon yüksekliği, damar sertliği gibi damar hastalıkları beyne gidecek kan akışını bozar. Bu yüzden beslenmeye dikkat edilmeli ve her gün belirli fiziksel aktiviteler (tempolu yürüyüş, koşu, bisiklet sürmek vb.) yapılmalıdır.

Sigara, damarların yapısında bozulmalara neden olduğu için içilmemelidir. Alkol beyin hücrelerinin uyuşmasına, hafıza kaybına ve

Bilgi Notu

Vitamin: İngiltere'deki Leeds (Liids) Üniversitesi'nden Richard Smithells (Riçırd Simithels), vitamin takviyesinin etkilerini gözlemlemek için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma embriyonik dönemde ilk sinir oluşumunu sağlayan yapının üzerinde vitamin takviyesinin etkilerini incelemiştir. Çalışmada iki grup kullanmıştır : Sinir sistemlerinde yapısal bozukluklar taşıyan bebekler doğurmuş kadınlar ve birden fazla doğum yapmış kadınlar. Gruplardan birindeki kadınlar hamile kalmadan en az dört hafta önce vitamin kompleksi almaya başlamış olanlardır. Diğer gruptaki kadınlar ise vitamin almayı istemeyen ve hamile olanlardır.
Vitamin takviyesi almış kadınlardan 141 bebek dünyaya gelmiş ve bunlardan sadece 1 bebek (%0,7) sinir sistemi kusuru ile dünyaya gelmiştir. Vitamin takviyesi almayan kadınlardan 204 bebek dünyaya gelmiş ve bunlardan 12 bebek (%5,9) sinir sistemi kusuruyla dünyaya gelmiştir. Bu çalışma, vitamin takviyesinin sinir sistemi kusurlarını önlemek için en azından ilk gebelikten sonra koruma sağladığını göstermiştir. Sonraki deneylerde ise sadece folik asitin aynı ölçüde koruma sağladığı görülmüştür. *(Campbell, 9. baskı, sayfa 879, düzenlemiştir.)*

nöronlar arasındaki kimyasal etkileşimin bozulmasına neden olur. Bu yüzden alkol ve sigara gibi zararlı maddelerin kullanımından uzak durulmalıdır.

Her gün yapılan işler, öğrenilen bilgiler beynin temporal bölgesinde arşivlenir. Bu işlem genellikle uyku sırasında gerçekleşir. Her gün 6-8 saat aralığında düzenli uyumak önemlidir. Uyku sırasında beynin pek çok bölgesindeki nöronlar kapanır. Beyin veri yorumlamaz. Bu sayede dinlenir. Düzenli ve kaliteli bir uyku için çay ve kahve gibi içecekler akşam yemeğinden sonra tüketilmemeli; yatmadan önce yoğurt, ayran gibi gıdalar alınmalıdır.

Benzen, cıva, kadmiyum, kurşun, krom, hidrokarbon gibi ağır metallerin bulaştığı gıdalar tüketildiğinde, özellikle çocuklarda, zekâ geriliği, sersemlik ve davranış bozukluğu gibi hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Ağır metaller; atık sularda yaşayan balıklar, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde otlayan hayvanlardan elde edilen gıdalar veya oralarda yetişen meyve ve sebzeler tüketildiğinde vücuda girebilir. Ağır metaller içeren malzemeler kullanılarak üretilen kırtasiye malzemeleri, boyalı ve baskılı giysiler bu metallerin deri yoluyla alınmasına neden olur. Ağır metaller refleks bozuklukları ve baş ağrısını da içeren çeşitli sinir sistemi bozukluklarına neden olmaktadır. Besinlerin, giysilerin ve kullanılan malzemelerin güvenilirliğine dikkat edilmelidir.

Ateşin yükselmesi, menenjit gibi rahatsızlıklar beynin olumsuz etkilenmesine neden olur. Enfeksiyon geçirildiğinde de beynin etkilenip etkilenmediği takip edilmelidir.

Beynin herhangi bir darbeye maruz kalması, beynin içindeki damarların ya da beyin zarının yırtılmasına neden olabilir. Bu durum beyin kanamasına ya da beyinde ödem oluşmasına yol açar. Beyin kanaması çok hızlı gerçekleşen bir olay olduğundan kişinin saniyeler içinde kötüleşmesine, kalıcı beyin hasarına uğramasına hatta ölümüne yol açabilir.

Aşırı stres, beyin nöronları arasındaki kimyasal etkileşimi ve nöron zarındaki elektriksel dengeyi bozan bir etkendir. Temiz havada yürüyüş yapmak, bol oksijen almak, yapılan işin değiştirilmesi gibi uygulamalar yoluyla aşırı stresle baş edilebilme yöntemleri geliştirilmelidir.

Alkol; vücudumuza fiziksel, zihinsel, psikolojik pek çok zararlı etkisi olan bir maddedir. Merkezî sinir sistemine etki ederek bazı hastalıkların görülme olasılığını arttırır. Örneğin aşırı alkol tüketenlerde epileptik nöbet riski, alkol kullanmayan insanlara göre on kat fazladır. Alkoliklerde bunun dışında, pellegra (deride pigment bozukluğu hastalığı), zihinsel kapasitede azalma, uyku bozuklukları gibi hastalıklar da oluşabilir. Ayrıca hamile kadınlarda alkol kullanımı çok sakıncalıdır. Alkol, plasentaya nüfuz ederek fetüsün yeni gelişen sinir sistemine hasar verir.

Araştıralım-Paylaşalım

Sinir sistemi rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılan teknolojik gelişmeleri araştırınız. Sonuçları sınıfınızda tartışarak paylaşınız.

1.1.3.3. Yüzyılın Beyin Cerrahı Mahmut Gazi Yaşargil'in Çalışmaları

* 1944-1945: Yaşargil, tıp eğitimine Almanya Naumburg (Naumburg) bölge hastanesinde temel hemşirelik eğitimi alarak başladı. Tıbbi, cerrahi ve hasta bakımı deneyimlerini burada edindi. Ardından Schiller (Şiller) Üniversitesinde tıp eğitimine başladı.

* 1945-1953: İkinci Dünya Savaşı'nın etkileri yüzünden 1945'te Almanya'dan ayrılarak İsviçre'deki Basel (Bazel) Üniversitesi'ne girdi. Burada, kurbağanın beyni üzerinde yaptığı çalışmayla ilk mikro cerrahi deneyimini yaşamıştır. 1950'de Basel Üniversitesi'nde doktora eğitiminin yanı sıra nöropsikiyatri, dâhiliye ve genel cerrahi asistanlığı yaptı. 1953'te Zürih'te, Prof. Dr. Hugo Krayenbühl'ün (Hügo Krayenböhl) yanında, beyin cerrahisi çalışmalarına başladı.

*1953-1954 yılları arasında çalışmalarını beyin damarları ve anjiyografisi üzerinde yoğunlaştırdı. Bir tümör yüzünden omurgası harap olmuş bir hastada teleskopik vida kullandı ve bu yöntemin ilk uygulayıcısı oldu. O zamanın imkânlarıyla hastanenin mekanik ustası tarafından yapılan vidayı, hastanın omurgasına yerleştirerek omurgayı sabitlemiş ve bu işlemin ardından hasta iki ay sonra sağlığına kavuşmuştur.

* 1957'de, istemsiz hareketlerin tedavisine yönelik stereotaktik işlem tekniği ve teknolojisini, Zürih' te uygulamaya koymuştur.

* 1958'de Paris'e giderek epilepsi hastalarına yönelik stereotaktik tanı ve tedavi yöntemlerini gözlemlemiştir.

* 1965-1967: Burlington'da (Börlingtın) ameliyat mikroskobunu ve mikro aletleri kullanmayı, temel mikro diseksiyon ve mikro vasküler deneysel çalışma tekniklerini öğrendi. 1966'da beyin damarlarının yapısını ve işleyişini köpekler üzerinde yaptığı çalışmalarla inceledi. Mikro cerrahiyi nöroşirürjide (beyin cerrahisinde) uygulayarak, çok zor ve hassas bölgelerdeki tümörlerin alınabileceğini kanıtladı. 30 Ekim 1967'de cerrahi mikroskop kullanarak ilk beyin bypass (baypas) ameliyatını yaptı. Cerrahi alanına yüzer mikroskop ve anjiyografi ekipmanlarını kazandırdı.

* Yaşargil, kendini bütünüyle, hastalarının iyileşmesine adamıştır. İçtenlikle ve sebatla her bir hastasını tedavi etmeye uğraşmış ve hastayı fiziksel ve ruhsal bir bütün olarak görüp ona göre davranmıştır. Yaşargil, hastaya yardım edebilmek için elinden gelenin en iyisini sunmaya çalışan örnek bir hekimdir.

* 1973'te profesör unvanı kazandı ve Zürih Üniversitesi Nöroşirurji Bölümü başkanlığına getirildi. "Prof. Yaşargil'in Zürich'te çalıştığı süre boyunca dünyanın her yerinden derdine çare arayan hastaların ve bilgilerini arttırmak isteyen konuk hekimlerin akınına uğrayan Zürich Üniversite Hastanesi, nöroşirurjinin merkezi olmuştur." Prof. Anton Valavanis (Enton Valavanis)

* Tıp Fakültesi Başkanı Harry Ward (Heri Vart), dünyaca ünlü profesörümüzden şöyle bahsetmiştir: "Gazi Yaşargil, mükemmel olmanın somut durumudur. Nörocerrahiye katkılarıyla herkesin ötesinde bir doktor olarak kendini kanıtlamıştır. Nörocerrahi ve mikro-nörocerrahide çığır açmıştır."

* 1999-2002: Dünyaca ünlü Neurosurgery (Nörosörcırı) adlı bilim dergisi tarafından "Yüzyılın Adamı" seçilen Türk beyin cerrahı Prof. Gazi Yaşargil'in adı 2002 yılında bir bilim kürsüsüne verildi. ABD'de ilk kez saygın bir üniversitenin bilim kürsüsü bir Türk'ün adını taşımaktadır. "M. Gazi Yaşargil, resmini ve ismini görmekten duyduğumuz, ölçülmez sevinç ve gururu bize yaşattığınız için size pek çok teşekkürler. Milletimiz sizinle övünmektedir." Süleyman Demirel

* "Binlerce kişinin yaşamını kurtardınız, dünyanın dört bir yanındaki insanlara umut verdiniz, yardım elinizi uzattınız. Cerrahi teknoloji ve araçları alanındaki gerçekleştirdiğiniz büyük ilerlemeler nöröşirürjide yepyeni bir çığır açtı." ABD eski Başkanı Bill Clinton (Bil Klintın)

(Kaynak: info@yeditepe.edu.tr, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 25.09.2017)

Oku-Yorum

Yaşamsal Öneme Sahip Duyumuz: Koku

Koku alma mekanizması, farklı kokuları ayırt etme becerisi, koku hücrelerinin beyinle yaptığı işbirliği, maruz kalınan kokuya göre değişen ruh hâli ve kokuların karar vermedeki etkisi artık pek çok araştırmanın başlıca konularından. Genlerimizin % 3'ünün koku almaç hücrelerinin zarlarında bulunan farklı almaçları kodladığını keşfeden Richard Axel (Riçırd Aksel) ve Linda B. Buck (Linda B. Buk), bu keşifleriyle 2004 yılında tıp alanındaki Nobel Ödülü'nün sahibi olmuşlar. Axel ve Buck çalışmalarının sonucunda 1000 genden oluşan büyük bir gen ailesi keşfetmiş. Ancak bu genlerin çoğu ifade edilmediğinden (genetik bilginin işlevsel bir proteine dönüşmemesi) insanda sadece 400 koku almacı bulunuyor. Ama bu 400 koku almacıyla bile on binden fazla kokuyu tanıma yeteneğine sahip olduğumuz bir gerçek. Beyin koku merkezi duygularımızın, korkularımızın ve hafızamızın sistemi olarak da bilinen limbik sistemle çok yakından ilişki içerisinde. Bu nedenle hoş kokular ruh hâlimizi etkiliyor ve kendimizi daha iyi hissetmemizi sağlıyor. Kokular aynı zamanda bilişsel yeteneklerimizi de etkiliyor. Araştırmacılar kokuların beynin duygularla ilgili bölümünü uyardığını, bu nedenle verilen kararların mantıklı olmayıp daha duygusal olduğu sonucuna ulaşmış.

İşitme ya da görme kaybı söz konusu olduğunda insanlar korkunç bir durumla karşı karşıya kaldıklarını düşünüyor. Ama koku alma yeteneğinin kaybı söz konusu olduğunda bazen bunun farkında bile olmuyorlar ya da farkında oluyor ama önemsemiyorlar. Üstelik bu bozukluğa sahip pek çok kişi tıbbi yardım alma ihtiyacı bile hissetmiyor. Oysa koku alma duyusunun azalması ya da tamamen kaybolması bazı hastalıkların ya da sağlık problemlerinin habercisi. Her şeyden önce koku duyumuz bir erken uyarı sistemi olarak görev yapıyor. Gaz sızıntısı, bozulmuş bir yiyecek ya da yangın gibi tehlikeli durumları koklama yeteneğimiz sayesinde fark edebiliyoruz. Kişi uyurken bile görev başında olan koku duyusu duman kokusu gibi tehlikeli durumlarda bizi uyarırken, annemizin kahvaltı için hazırladığı çöreklerin kokusuyla şahane bir sabaha uyanmamızı da sağlıyor.

Sıklıkla görülen koku alma bozukluklarından hipozmi, koku alma yeteneğinde azalma, anozmi ise hiç koku alamama olarak tanımlanıyor ve kişilerin hayat kalitesini olumsuz yönde etkiliyor. Genel olarak hipozminin görülme oranı %13-18 iken, anozminin görülme oranının %4-6 civarında olduğu biliniyor. Bu rahatsızlıklar insanlar yaşlandıkça daha çok ortaya çıkıyor ve erkeklerde kadınlara oranla daha fazla görülüyor.

Doğada kimyasal yapıları nedeniyle koku oluşumunda önemli rol oynayan on binlerce farklı molekül var. Çok sevdiğimiz bir çiçek veya parfüm kokusunun moleküler yapısıyla hoşlanmadığımız bir kokunun moleküler yapısı aynı değil. Çok hoş kokan bir maddenin kimyasal yapısında ufak bir değişiklik yapıldığında, o madde artık koku oluşturmayabiliyor hatta bazen hoş olmayan bir koku oluşmasına dahi yol açabiliyor. Maddelerin yaydığı kokunun burnumuza ulaşması, burundaki almaçlar tarafından algılanması ve kokuya özgü sinyallerin beyne iletilmesi koku mekanizmasının genel çerçevesini oluşturuyor. Burun boşluğunun üst bölümünde yer alan koku epitelinde koku moleküllerine duyarlı koku almaç hücreleri var. Bu hücreler koku molekülleri ile beyin arasında adeta bir veri işleme merkezi gibi çalışıyor. Her koku almaç hücresinin yüzeyindeki kıla benzer çıkıntılar havayla temas hâlinde. Bu çıkıntılar sayesinde koku almaç hücrelerinin yüzey alanı artıyor ve hücreler daha fazla sayıda koku molekülüyle temas ediyor. Koku oluşumuna neden olan moleküllerin kendilerine has almaçlara bağlanmasıyla hücre içinde çok sayıda biyokimyasal tepkime gerçekleşiyor ve sonuçta beyne iletilmek üzere bir uyarı oluşuyor. Daha sonra bu uyarı beynin ön bölümündeki koku soğanına iletiliyor. Koku soğanında işlenen bilgiler beynin koku korteksi, hipokampüs, amigdala ve talamus altı gibi bölgelerine gönderiliyor ve kokunun hangi koku ya da ne kokusu olduğu algılanıyor.

Reklamcılar da koku, hafıza ve ruh hâli arasındaki bağlantıyı çoktan keşfetmiş ve bunu reklam aracı olarak kullanmaya başlamışlardır. Pek çok sektörde müşterilerin karar vermesini kolaylaştıracak ve ruh hâllerini etkileyebilecek çeşitli özel kokular kullanılıyor. Çünkü koku kişilerin davranışlarını etkiliyor. Örneğin lavanta kokusu restoranda geçirilen zamanı uzatıyor ve harcanan parayı artırıyor.[1]

Japonya'da bir şirket, "Hana" (Japonca burun, ayrıca bir kadın ismi) ismini verdikleri sevimli bir köpek robot geliştirdiler. Robot köpek, ayak kokusunun derecesini ölçüp kokunun sahibini uyarma, orta derecede ayak kokusunu tespit ettiğinde havlama, koku çok güçlü ise odaya parfüm sıkma veya 'bayılarak' tepki gösterme gibi özelliklere sahip. [2] İşin şakası bir tarafa, koku alan robotların günlük hayatımızda yer alması güvenliğimiz için de çok önemli. Yangına sebebiyet verecek maddelerin yanma kokusunu belirleyen robotların geliştirilmesi bayılmasından ziyade müdahale etmeyi kolaylaştırabilir. Yangının nedenlerini belirleyebilir, hangi maddenin bu yangını söndüreceğine karar verebilir ve insan gücünün yetemediği yangınlara bu bilgilerle müdahaleyi geciktirmeden yapabilir. Tüm bu bilgileri hafızasına kaydedip daha da geliştirilebilme özelliğine sahip olabilir. *(Kaynaklar:1. http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/yasamsal-oneme-sahip-duyumuz-koku, Dr. Özlem Ak İkinci, kısaltılmıştır. 2. https://tr.sputniknews.com/bilim/201709111030083659-japon-robot-ayak-kokusu/, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 05.11.2017)*

1.1.4. Duyu Organları

Canlılar, yaşamlarını sürdürebilmek için çevrelerindeki değişikliklerden haberdar olmak zorundadır. Duyu organları, çevreden gelen uyarıları alır ve duyu nöronlarına iletir. Duyu nöronları bu impulsları merkezî sinir sisteminde ilgili bölüme ulaştırır. Dış çevredeki uyarıları, duyu organlarındaki özelleşmiş hücreler alır. Bu hücreler sinir uçlarından veya epitel hücrelerinden oluşur. Bu hücrelere **reseptör (almaç)** denir. Duyu organlarında oluşan impulslar merkezî sinir sisteminde anlam kazanır. Kan basıncı, vücut sıcaklığı, kandaki su yoğunluğu gibi içsel uyarıları algılayan reseptörlere **iç reseptör** adı verilir.

Tat, koku gibi kimyasal uyarıları **kemoreseptörler** alır. Işığa duyarlı olanlar **fotoreseptörler**, sıcak ve soğuğa duyarlı olanlar **termoreseptörler**, basınç, dokunma gibi uyarıları alanlar da **mekanoreseptörlerdir**. Farklı çeşit ve sayıdaki bu reseptörler işlevine göre vücuda dağılmıştır.

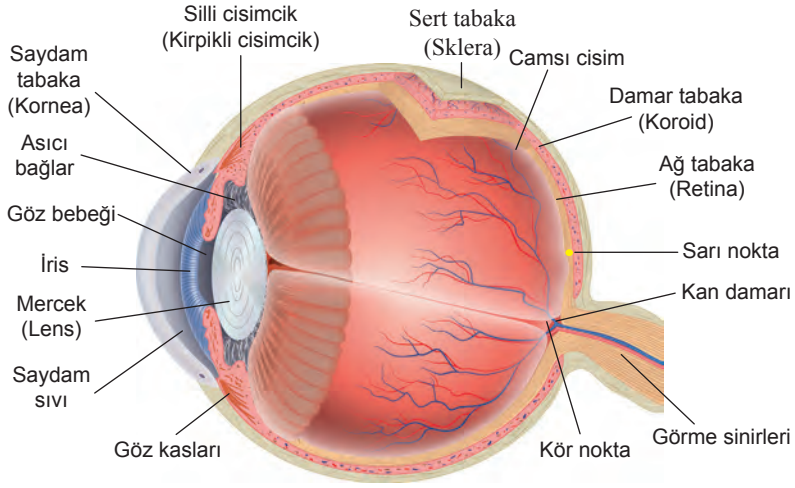
Bir uyartının başlayabilmesi için, uyarının en az eşik değerinde olması gerekir. Reseptörler olmazsa uyarı alınamaz, sinir telleri kopuk ise alınan uyarılar iletilemez, merkezî sinir sistemi bozulursa veya narkoz etkisindeyse impulslar yorumlanamaz.

1.1.4.1. Göz

Göz, ışığı algılayabilen reseptörlerle donatılmış organımızdır. Embriyonik gelişme evresinde ön beynin uç kısmının farklılaşması ile oluşur. İnsan gözü, belirli bir uzaklıktaki nesnelerin görüntülerini algılayabilme ve renklerini ayırt edebilme özelliğine sahiptir.

Işık, göz reseptörlerini uyarır ve impulslar oluşturur. İnsan gözü, yaklaşık olarak 380-760 nanometre arasındaki dalga boyuna sahip ışığı görebilir. Göz; kaş, kirpik ve göz kapağı tarafından korunur. Göz kapakları zararlı maddelerin göze girişini engeller. Gözyaşı bezleri, gözyaşı üreterek gözün kurumasını önler ve gözü temizler. Gözyaşında bulunan lizozim enzimleri, göze giren mikropları öldürür. Göz kasları, göz küresinin hareketini sağlar ve iki gözü aynı anda hareket ettirir.

Göz dıştan içe doğru üç tabakadan oluşur: Bu tabakalar **sert tabaka** (sklera), **damar tabaka** (koroid) ve **ağ tabakadır** (retina).



Görsel 1.29: Gözün yapısı

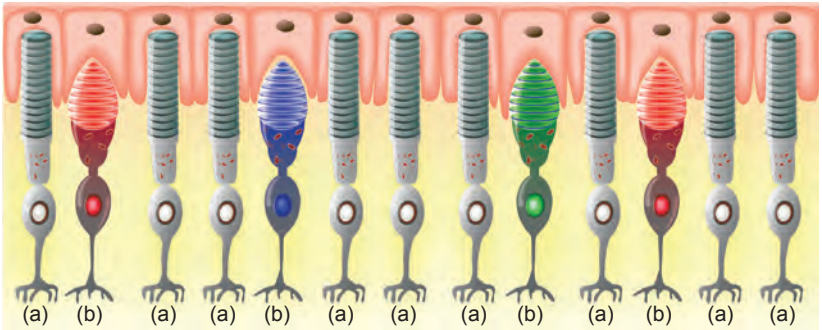
Sert tabaka (sklera), gözü sarar ve iç tabakaları korur. Göz kaslarına tutunma yeri oluşturur. Lifli bağ doku yapısında olan bu tabaka, gözün ön kısmında saydamlaşıp kubbeleşerek **korneayı (saydam tabaka)** oluşturur. Göze gelen ışığı kırarak ışığın göz merceğine ulaşmasını sağlar. Korneada kan damarı bulunmaz. Kornea hücreleri gözün içindeki sıvı ile beslenir.

Damar tabaka (koroid), gözü besleyen kan damarlarının bulunduğu tabakadır. Gözün yorulması bu damarların genişlemesine ve gözün kanlanmasına neden olur. Damar tabaka melanin pigmenti içerdiği için gözün içi karanlık bir oda hâline gelir ve ışık yansımalarını engelleyerek net görüntü oluşmasını sağlar.

Damar tabaka önde korneaya bakan kısmında kalınlaşarak irisi oluşturur ve merceği tutar. İris göze rengini veren kısımdır ve ortasında siyah bir nokta hâlinde olan, ışık miktarına göre çapı değişen göz bebeği bulunur. İris parlak ışıkta göze giren ışık miktarını azaltmak için küçülür, göz bebeğinin çapı azalır. Parlak ışığın göze zarar vermesi engellenir. Loş ışıkta genişler, göz bebeğinin çapı artar ve görme olayı için yeterli ışığın göze girmesi sağlanır. İriste düz kas yapısında asıcı bağlar bulunur ve bu asıcı bağlar merceği tutar.

Silli cisimciğin, ön tarafında iris, arka tarafında koroid tabaka bulunur. Mercek asıcı bağlarla silli cisimciğe bağlanır. Kornea ile mercek arasında sıvı dolu bir oda bulunur. Mercek ince kenarlıdır, kan damarı içermez. Mercek görüntüyü retinaya odaklayan saydam yapılı bir disktir. Merceğin şeklini silli cisimcik ile asıcı bağlar belirler. Merceğin arkasında göz küresinin merkezini dolduran jel kıvamında camsı cisim bulunur. Bu sıvı göz küresinin şeklinin korunmasını sağlar.

Ağ tabaka (retina), en içte yer alan tabakadır. Yapısında sinir hücreleri ve ışığı algılayan fotoreseptörler bulunur. **Koni reseptörler** renkli görmeyi sağlarken; **çubuk reseptörleri** ışığa duyarlılık eşiği düşük olduğu için az ışıkta bile görmeyi sağlar. Çubuk reseptörlerinde **rodopsin** adı verilen protein bulunur. Rodopsin proteini farklı ışık şiddetlerine karşı duyarlıdır ve düşük ışık şiddetinde bile görmenin sağlanabilmesi için impulsu başlatır. Rodopsin, A vitamini ile birlikte çalıştığından, A vitamini yetersizliğinde **gece körlüğü** sorunu ortaya çıkar. Renkli görmeyi sağlayan koni reseptörleri mavi, yeşil, kırmızı renklere duyarlıdır. Bu üç çeşit koni reseptörü farklı renklerin görülmesini gerçekleştirebilmek için rengine göre birlikte çalışırlar. Bu sayede tüm renklerin görülmesi sağlanır. Koni reseptörlerinin herhangi birinin kalıtsal yapısının bozukluğu **renk körlüğüne** neden olur. Çünkü ara renklerin algısı için bu üç ana koni reseptörüne ihtiyaç duyulmaktadır (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: Retinada bulunan çubuk (a) ve koni (b) reseptörleri

Göz küresinin arka kısmında üzerinde ters görüntünün oluştuğu bölge **sarı nokta** adını alır. Siyah ve beyazı algılayan çubuk reseptörleri sarı noktanın dış kısmında, renkleri algılayan koni reseptörleri ise sarı noktanın merkezinde daha fazla sayıda yer alır. Görme sinirlerinin göz küresinden çıktığı bölgeye **kör nokta** adı verilir. Burada reseptör yoktur.

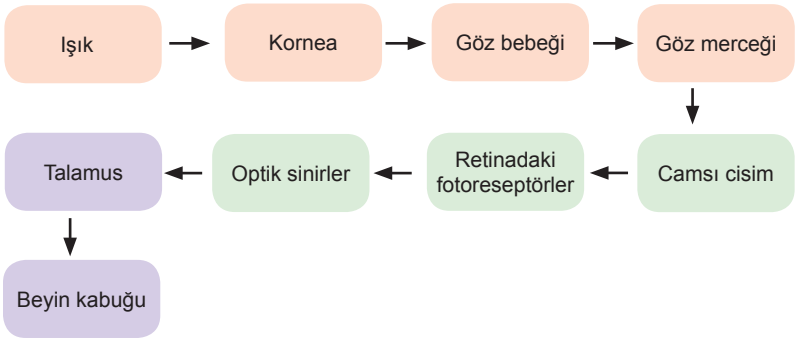
Görmenin Mekanizması

Araştıralım-Paylaşalım

Simülatör uygulamalarında gözün hangi özelliklerinin dikkate alındığını araştırınız. Sonuçlarını sınıfta paylaşınız.

Gözün yapısı ve görme olayını gerçekleştirme biçimi, fotoğraf makinesinin çalışma prensibine çok benzer. İnsan gözündeki retina tabakası fotoğraf makinesindeki filme, gözün merceği makinedeki objektife, iris ise diyaframa karşılık gelir. Fotoğraf makinesinde de gözdeki gibi ters görüntü elde edilir.

Görme olayında nesnelerden gelen ışığın izlediği yol "Görsel 1.31"deki gibidir.



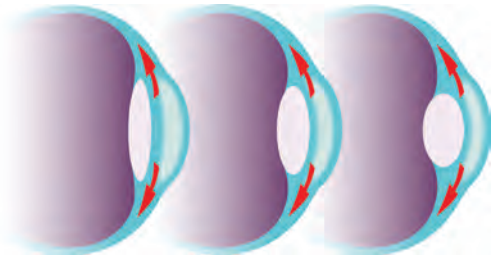
Görsel 1.31: Görmenin gerçekleşmesi, ışığın gözde izlediği yol

Işık kırılması önce korneada sonra göz merceğinde gerçekleşir. Kırılmalar sarı nokta (benek) üzerinde ters bir görüntü oluşturur. Sarı noktadaki reseptörler görme sinirlerini uyararak, ters görüntünün beyinde ilgili merkeze iletilmesini sağlar. Görme sinirleri beynin **optik kiyazma** denilen bölgesinde çaprazlandığı için beyinde görüntü düz algılanır.

Bilgi Notu

Optik kiyazma: Sağ ve sol gözden gelen sinirlerin buluştuğu ve görüş alanının farklı taraflarını temsil eden aksonların beyne ulaşmadan önce çarprazlanarak ayrıldığı yere optik kiyazma denir.

Uzaktaki bir cisme bakarken göze gelen ışınların daha az kırılması için göz merceğinin incelmesi ya da yakın bir cisme bakarken ışınların daha çok kırılması için göz merceğinin kalınlaşması durumuna **göz uyumu** denir. "Görsel 1.32"de bu uyumu sırası ile görebilirsiniz. Göz merceğinin incelip kalınlaşması, silli cisimcik ve asıcı lifler yardımıyla gerçekleşir.



Görsel 1.32: Göz uyumu

UYARI !

Yakındaki bir nesneye bakıldığında göz uyumu gereğince göz bebeği küçülür, silli cisimcik kasılır, asıcı bağlar gevşer, mercek bombelenir (kalınlaşır). Böylece göz, yakındaki nesneye odaklanır. Uzaktaki bir nesneye bakıldığında, göz uyumu gereğince, göz bebeği büyür, silli cisimcik gevşer, asıcı bağlar kasılır, mercek incelir. Böylece göz, uzaktaki nesneye odaklanır.

Hatırlatma

Fizik dersinin içeriğinde olan optik konusundaki bilgilerinizi hatırlamanız, göz merceğinin ışıkla ve görmeyle olan ilişkisini anlamanızı kolaylaştıracaktır.

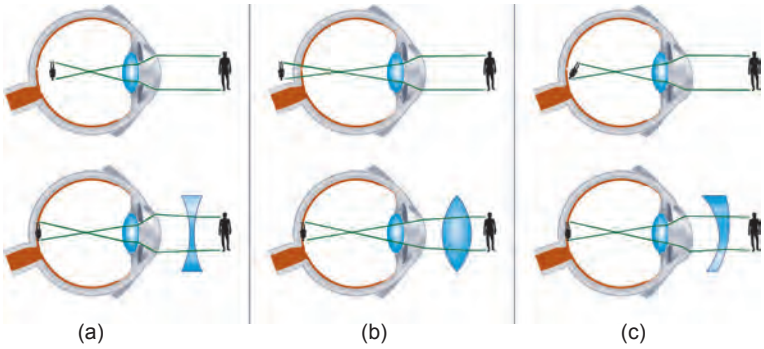
Göz Kusurları

Doğuştan gelen veya sonradan çeşitli nedenlerle ortaya çıkan bazı göz kusurları, görüntünün retina üzerine tam düşmesini engeller. Bu durumda net görüntü sağlanamaz.

Miyopi, göz küresinin önden arkaya doğru çapının uzun olması veya göz merceğinin normalden daha şişkin olması durumunda ortaya çıkan göz kusurudur. Görüntü, retinanın önüne düştüğü için uzak nesneler net görülemez. Bu görme kusuru, kalın kenarlı merceklerle düzeltilebilir [Görsel 1.33 (a)].

Hipermetropi, göz küresi çapının normalden kısa olması veya göz merceğinin normalden ince olması nedeniyle görüntünün retinanın arkasına düşmesi durumudur. Yakını iyi görememe sorunu olan hipermetropi, ince kenarlı merceklerle düzeltilebilir [Görsel 1.33 (b)].

Astigmatizm, kornea veya göz merceğindeki şekil bozuklukları sonucunda ışık farklı açılarda kırılır ve retina üzerine dağınık düşer. Retina üzerine dağınık düşen ışınlar nedeniyle net görüntü oluşmaz. Bu göz kusuru, iç içe geçmiş farklı kırma indisine sahip iki mercekten oluşan silindirik mercekle düzeltilebilir [Görsel 1.33 (c)].



Görsel 1.33: Göz kusurları miyopi (a), hipermetropi (b), astigmatizm (c)

Presbitlik, yaşlanmaya bağlı olarak mercek esnekliğinin yitirilmesi sonucu ışığın az kırılması ile oluşan göz hastalığıdır. Görüntü retinanın arkasına düşer. İnce kenarlı mercek kullanılarak düzeltilir. Bu göz kusurunda, yakını net görememe problemi yaşanır.

Glokom (Göz tansiyonu), göz içi basıncının görme sinirini tahrip edecek boyutlara yükselmesiyle meydana gelen görme kaybı hastalığıdır. Normalde gözde göz sıvısı devamlı olarak üretilir ve dengeli bir şekilde sıvının fazlası göz kanalları aracılığıyla atılır. Böylece göz içi sıvı basıncı normal sınırlar içinde tutulur. Göz sıvısının boşaltılmasını sağlayan kanallarda bir tıkanıklık meydana gelirse gözün iç basıncı artar. Glokom tedavi edilemezse görme kayıplarına neden olur.

İbn Heysem; gözün yapısını, görmenin nasıl gerçekleştiğini, görme bozukluklarının nedenlerini bugünkü bilgilere çok yakın biçimde açıklamıştır. Görme olayının fiziksel ve cisimlerden göze ulaşan ışınlar yardımıyla oluştuğunu matematiksel ispatlarla ortaya koymuştur.

Araştıralım-Paylaşalım

Renk körlüğü, miyopi, hipermetropi, astigmatizm gibi göz rahatsızıkları olan bir insanın sosyal hayatı nasıl etkilenir? Bu konuda bir röportaj gerçekleştirip, çıkarımlarınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bilgi Notu

İbn Heysem ve O'nun karanlık oda buluşu Newton'dan (1642–1727) 600 yıl önce ışığın düz hatlarla hareket ettiğini ilk kez ispat etmiştir. İbn Heysem'in 'el-beytü'l-muzlim'i yani karanlık odası (Latince camera obscura) bugünkü fotoğraf makinelerinin ilk prototipiydi. Karanlık oda tabiri, eserleri çevrilince Batı'ya geçmişti. Çalışmasının temeli aydınlık bir cisimden gelip küçük bir delikten karanlık bir odanın içine giren ışınların duvara yansımasıyla oluşan görüntünün baş aşağı olması esasına dayanıyordu.

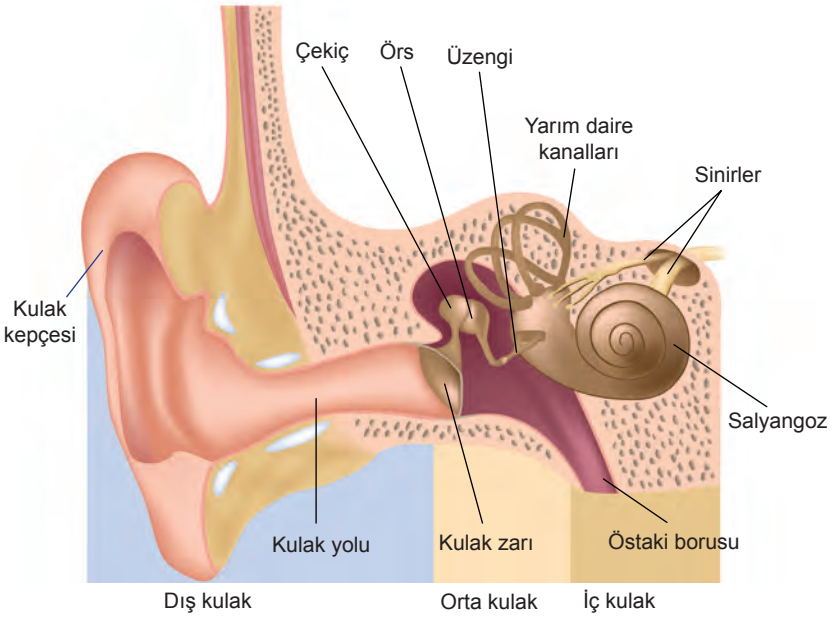
Göz sağlığının korunması için gözler temiz tutulmalıdır. Başkalarına ait makyaj malzemeleri, gözlük ve lensler kullanılmamalıdır. Gözler aşırı ışıktan korunmalı ve fazla yorulmamalıdır. Gözdeki reseptörlerin uyarılmasında etkili olan A vitamini içeren besinler bolca tüketilmelidir.

1.1.4.2. Kulak

Havada yayılan ses dalgalarını impulsa çevirerek beyne, vücudun dikey ve yatay eksenindeki hareket değişimlerini ise beyinciğe ileten duyu organımızdır. İşitme ve denge organı olarak görev yapar. Sesin şiddeti **desibel** (db) olarak ölçülür. İnsan kulağı 0-140 desibel veya 20-20.000 **hertz (Hz)** aralığındaki sesleri duyabilmektedir. 85 desibelin üstündeki seslerin şiddeti, kulak zarına zarar vererek işitme kaybına neden olabilir.

Bilgi Notu

Hertz: Ses, havada dalgalar halinde yayılır. Bir saniyedeki dalga sayısına sesin frekansı denir ve hertz (Hz) birimiyle ifade edilir.



Görsel 1.34: Kulağın yapısı

Kulak yapısı üç bölümde incelenmektedir: **dış kulak**, **orta kulak** ve **iç kulak** (Görsel 1.34).

Araştıralım-Paylaşalım

Birbirine çok benzeyen sesleri nasıl ayırt edebildiğimizi araştırarak bulduğunuz sonuçları sınıfta paylaşınız.

Dış kulak, kulak kepçesi ve kulak yolu yapılarından oluşur. Kulak zarı ile sonlanır. Karada yaşayan bazı memelilerde, kulak kepçesi hareketliyken insan kulak kepçesi hareketsizdir. Elastik kıkırdak yapıda olan kulak kepçesi, ses dalgalarını toplayarak yaklaşık üç santimetre uzunluğundaki kulak yoluna iletir. Dış kulak yolunda bulunan bazı hücreler salgı üreterek ortamı nemlendirir. Üretilen salgı, toz taneciklerinin kulak zarına ulaşmasını önler (kulak kiri oluşumu). Kulak zarı ince ve yarı saydamdır.

Orta kulak, kulak zarı ile başlayıp oval ve yuvarlak pencereye kadar uzanan bölümdür. Çekiç, örs, üzengi, kemikleriyle bu kemiklere bağlanan kas bağları ve östaki borusu orta kulakta yer alır. Havadaki titreşimler, kulak zarı üzerinden çekiç, örs ve üzengi (kemik köprü) kemikleri aracılığıyla iç kulağın sıvı ortamına taşınır. Kemik köprüde yer alan çekiç kemiğinin sapı, kulak zarına bağlıdır. Üzengi kemiğinin tabanı ise oval pencereye bağlanır.

UYARI ! *Çekiç, örs ve üzengi kemikleri ses titreşimlerini kuvvetlendirir.*

Östaki borusu, yutak ile orta kulak arasında uzanır. Yutak tarafındaki ucunda çoğu zaman kapalı duran bir kapakçık bulunur. Yutkunma esnasında bu kapakçığın açılıp kapanması kulak zarında hissedilebilir.

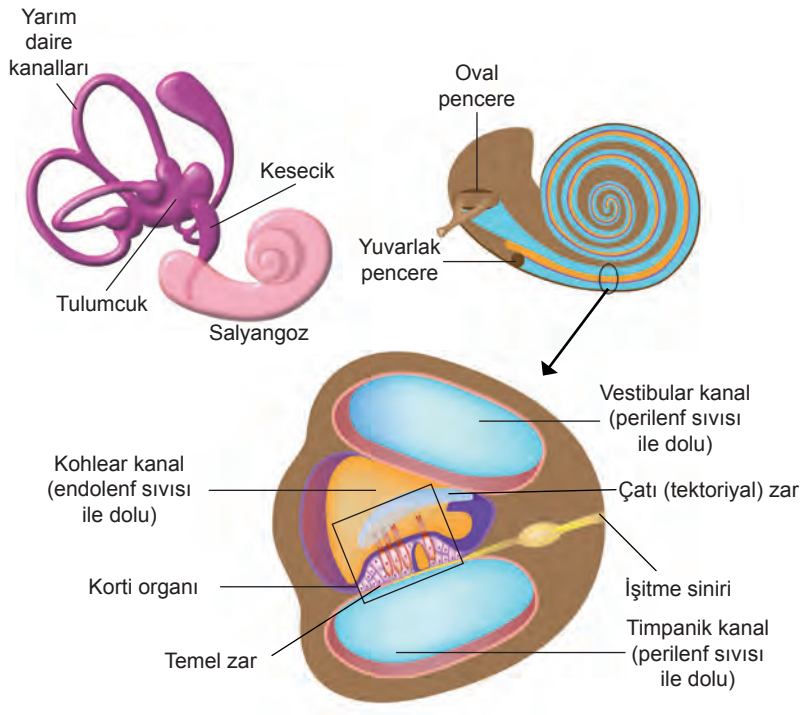
Östaki borusunun görevi, orta kulaktaki hava basıncı ile dış ortamdaki basıncın aynı seviyede kalmasını sağlamaktır. Burun veya boğaz boşluğundaki mikroplar östaki borusu yoluyla orta kulağa ulaşır ve enfeksiyona neden olur. Bu enfeksiyon antibiyotikle tedavi edilir.

Geniz etinin normalden büyük olması ve çeşitli alerjik reaksiyonlardan dolayı östaki borusunda ödem (şişlik) veya sıvı toplanması meydana gelebilir. Bu durum da enfeksiyona yol açar. Bu enfeksiyonlar, ameliyatla veya antibiyotikle tedavi edilir. Oluşan bu enfeksiyonlara **orta kulak iltihabı** denir.

UYARI ! *Östaki borusu çocuklarda düz ve kısadır. Biberonla beslenme, sigara dumanında kalma gibi etkenler çocukların orta kulak iltihabına yakalanma olasılığını artırır.*

Uçak yolculuğu, asansöre binme gibi durumlarda, bulunduğunuz yerin yüksekliğinin hızla değişmesi, östaki borusu kapalı olduğundan basınç farkı oluşmasına neden olur. Basınç farkından dolayı kulak zarında gerilme ve ağrı olur. Esneme, yutkunma, sakız çiğneme gibi hareketlerin yapılması östaki borusunun açılmasını ve orta kulaktaki basıncın atmosfer basıncıyla eşitlenmesini sağlar. Böylece kulaktaki ağrı veya acı geçer.

İç kulak, şakak kemiklerinin içine yerleşmiştir. İç kulakta işitmeden sorumlu **salyangoz (kohlea)** ile dengeden sorumlu **yarım daire kanalları, kesecik** ve **tulumcuk** bulunur (Görsel 1.35).



Görsel 1.35: İç kulağın bölümleri

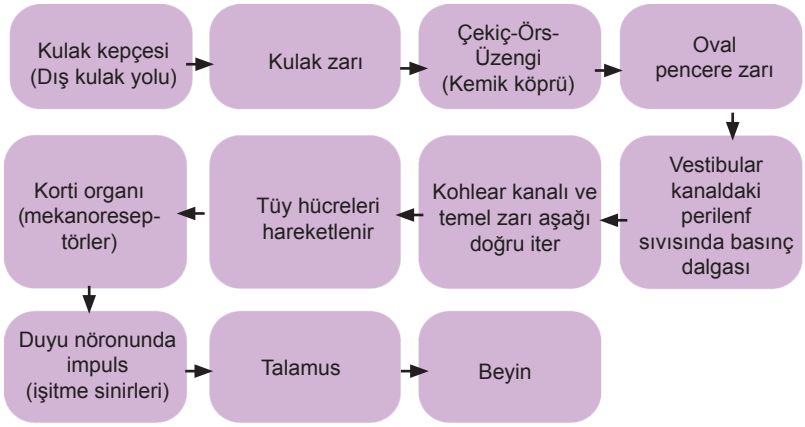
Salyangoz (kohlea), yan yana duran ve salyangoz kabuğu gibi kıvrılmış üç kanaldan oluşan bir tüptür. Üstteki **vestibüler kanal** ile alttaki **timpanik kanal**ın içi **perilenf sıvısı** ile doludur.

Salyangozda ortada bulunan kohlear kanalın içi endolenf sıvısıyla doludur ve **korti organı**nı taşır. Kohlear kanal ile timpanik kanalın arasında **temel zar** bulunur. Temel zarın üzerinde korti organı vardır. Korti organının tüy hücreleri, kohlear kanalın içine doğru uzanır. Tüy hücreleri üst tarafta çatı zara (tektoriyal zar) bağlıdır. Çatı zarın bir ucu temel zara bağlıyken diğer ucu boştadır. Korti organındaki tüy hücreleri titreşimlere duyarlı mekanoreseptörlerdir.

Araştıralım-Paylaşalım

İşitme testleri nasıl yapılmaktadır? Araştırınız, sonuçlarını sınıfınızda paylaşınız.

İşitmenin gerçekleşmesi sırasında öncelikle ses dalgaları, kulak kepçesi tarafından toplanır. Kulak yolu boyunca taşınan ses dalgalarıyla kulak zarının titreşmesi sağlanır. Kulak zarından kemik köprüye geçen ses dalgalarının titreşim şiddeti arttırılarak oval pencereye verilir. Oval pencereden içeri giren ses titreşimleri, vestibular kanal içinde yer alan perilenf sıvısında basınç dalgası oluşturur. Bu basınç dalgası kohlear kanalı ve temel zarı hareket ettirir. Çatı zarı tarafından mekanoreseptörlerin tüyleri eğilir ve reseptörlerde impuls oluşur. Oluşan impuls, önce talamusa, sonra da beyin kabuğundaki işitme merkezine giderek doğru ve net ses olarak anlam kazanır. Kanallarda oluşan basınç dalgaları timpanik kanalın sonundaki yuvarlak pencereye çarptığında yok olur ve bu sayede korti organı yeni titreşimlere hazır hâle gelir.



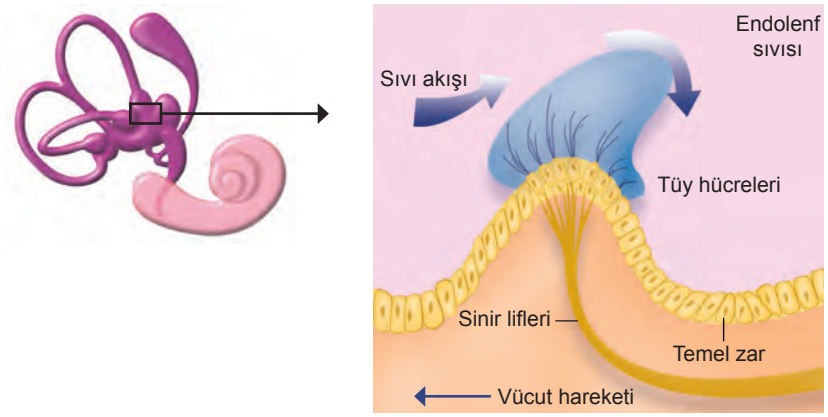
Görsel 1.36: İşitme olayı, sesin kulakta izlediği yol

UYARI ! *Sesin yönü iki temel yöntemle belirlenir: Birincisi sesin iki kulağa giriş zamanları arasındaki gecikme, ikincisi ise her iki kulaktaki ses şiddetleri arasındaki farktır.*

İç kulakta işitme merkezinden başka vücut dengesinde görevli merkezler de bulunur. Vücutta **statik denge** ve **dinamik denge** olmak üzere iki denge olayı vardır. Statik denge, vücut pozisyonunun dikey düzlemde yer çekimine göre ayarlanmasıdır. Dinamik denge; hızlanma ve yavaşlama, dönme gibi hareketlerde vücut pozisyonunun korunmasıdır.

İç kulakta yer alan yarım daire kanalları, tulumcuk ve kesecik denge merkezi olan beyinciğe çeşitli impulslar göndererek dengenin sağlanmasına yardımcı olur. Yarım daire kanalları; vücudun dönüş hareketlerini, ileri-geri, sağa-sola bükülmeleri (açısal hareketleri) algılar. Yarım daire kanallarının ucunda **ampulla** denen yapılar bulunur.

Ampullaların içinde tüy hücreleri (almaç) vardır. Etrafında endolenf sıvısı bulunur. Vücut hareketlendiğinde endolenf sıvısı da hareketlenir ve tüy hücrelerini büker. Bu bükülmeler impuls oluşturur. Tulumcuk ve kesecik ise yerçekimine ya da doğrusal harekete göre uyarılır ve beyinciği durumdan haberdar eder. Kesecik ve tulumcuğun içinde **otolit** adı verilen, kalsiyum karbonattan yapılmış kristaller bulunur. Baş; sağ-sol ya da yukarı-aşağı yönde hareket ettiğinde otolit taşları da hareketlenir. Otolit taşları, hareketlendiği yöndeki tüy hücrelerinin tüylerini bükerek impuls oluşumunu başlatır. Bu impulslar, denge merkezi olan beyinciğe iletilerek vücudun durumu ve konumu ayarlanır, refleks mekanizmaları devreye girer. Aynı zamanda otolitler hızlanma durumunu da impulsa çevirir (Görsel 1.37).



Görsel 1.37: Denge esnasında ampullada tüy hareketleri

UYARI ! *Hızla dönmekteyken aniden durulduğu zaman, iç kulaktaki sıvının hareketi hemen durmadığı için hücrelerin uyarılması devam eder ve baş dönmesi yaşanır.*

Denge Kaybı, İşitme Kaybı

Kulağımız hem işitme hem de dengeden sorumlu olduğu için kulak sağlığının bozulması sonucu işitme ve dengeye bağlı olarak farklı hastalıklar meydana gelir.

Denge bozukluklarından biri vertigo hastalığıdır. Vertigo hastalığının belirtileri sersemleme, baş dönmesi, kusma, göz kararması, gözlerini açamama gibi denge duygusunun kaybolmasıdır. Vertigo, migren, multiple skleroz (MS), otoimmun iç kulak hastalığı, beyin damar hastalıkları, iç kulağı etkileyen soğuk ve travma gibi durumlar, bazı antibiyotik türlerinin kullanılması, iç kulakta bulunan ve dengeden sorumlu olan sıvılardaki basıncın mikrobiyotik oluşumlar nedeniyle artması gibi beyinden veya kulaktan kaynaklanan sebeplerle gelişebilir. Hastanın kulak-burun-boğaz, nöroloji, dâhiliye, fizik ve tedavi alanlarında geçirdiği hastalıkların varlığı tespit edilerek hastaya özgü tedaviler uygulanmaktadır.

Araştıralım-Paylaşalım

İşitme rahatsızlıklarının tedavisiyle ilgili teknolojik gelişmeleri araştırıp sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız. Çevrenizde işitme sorunu yaşayan insanlara bulduğunuz sonuçları kullanarak nasıl yardımcı olabileceğinizle ilgili proje üretiniz. Projenizi işitme engelliler yararına, okulunuzda paylaşınız.

Kulak hassas bir organdır. Mikroplara ve mekanik etkilere karşı çok duyarlıdır. Orta kulak iltihabı, kulak zarı sertleşmesi, yüksek şiddetteki sese maruz kalma veya yaşlılığa bağlı olarak ortaya çıkan işitme kayıplarının nedeni, tam olarak belirlenmeli ve uygun tedavi yöntemi seçilmelidir.

Bireyin toplum içindeki ilişkileri büyük ölçüde konuşma ile düzenlenir.

İyi ve etkili konuşma pek çok sorunun çözümünde ilk basamaktır. Bu nedenle duyma ve konuşma zorluğu çeken kişiler, görme zorluğu çekenlere göre çevre ile iletişim kurmada daha fazla zorlanırlar. İşitme cihazları ve koklear implantlar, işitme sorunlarına karşı yaygın olarak kullanılmaktadır. İşitme cihazları sesin şiddetini arttırır. Koklear implantlar ise sesleri, kodlanmış elektriksel uyarılara çevirerek işitme sinirini uyarır.

İşitme kaybı (sağırlık) insanlarda en sık görülen duyusal kusurdur. Çevresel faktörlerden veya işitme organlarındaki çeşitli bozukluklardan kaynaklanan nedenler sağırlığa sebep olabilir. Sağırlık, genellikle sinirsel sağırlık ve iletim tipi sağırlık olarak ikiye ayrılır. Sinirsel sağırlık; işitme siniri, kohlea veya kulaktan merkezî sinir sistemine giden devrelerde görülen bozukluktan kaynaklanır. İletim tipi sağırlık ise kohleaya sesi ileten fiziksel yapılardaki bozukluğun bir sonucu olarak ortaya çıkar. Her iki tip sağırlık da kalıcı olabilir.

Araştıralım-Paylaşalım

Hem görme hem işitme kaybı yaşayan biriyle sıcak bir bardağı elinizde tutarken koridorda karşılaştığınızda onu nasıl uyarırsınız? Sınıfta tartışınız.

Günlük yaşamdan örnek verilecek olursa fısıltı ile konuşma 20-25 dB, normal şiddette konuşma 55-60 dB, yüksek sesle konuşma 70-75 dB, trafik gürültüsü 90-95 dB, jet motor gürültüsü 120-140 dB düzeyindedir. İnsan kulağı 20-20.000 hertz arasında 0-120 dB şiddet düzeylerindeki sesi algılayabilecek yetenektedir. Bu işitme yeteneği yaş ilerledikçe yüksek frekanslardan başlayarak azalır. ASHA (American Speech and Hearing Association) kriterlerine göre belirlenen işitme kaybı dereceleri şöyledir: 0- 15 dB HL, normal işitme 16-40 dB HL, çok hafif derecede işitme kaybı 41-55 dB HL, hafif derecede işitme kaybı 56-70 dB HL, orta derecede işitme kaybı 71-90 dB HL, ileri derecede işitme kaybı 91 dB HL ve üstü çok ileri derecede işitme kaybı olarak belirlenmiştir. *(Kaynak: https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/a%C3%A7sap3.pdf. Erişim Tarihi: 13.12.2017)*

İşitme bozukluklarının doğasını belirlemek için **odyometre** kullanılır (Görsel 1.38). Odyometre düşük frekanslardan yüksek frekanslara kadar, saf tonlar üretebilen **osilatöre** bağlanmış bir kulaklıktır.

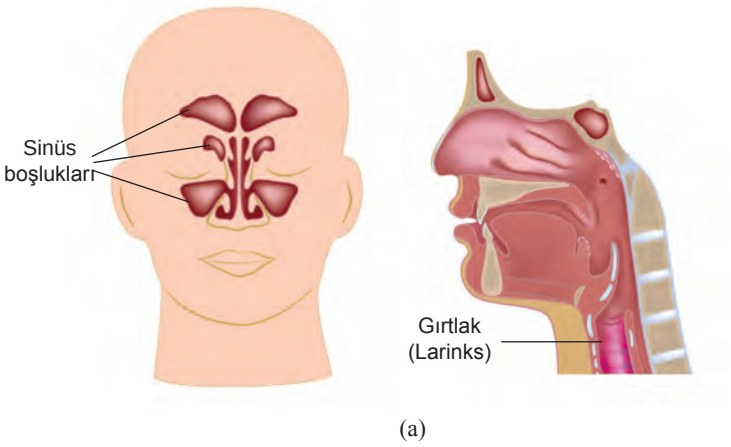
Kulak sağlığının korunması için kulak temiz tutulmalı ve soğuktan korunmalı, kulağa dıştan gelebilecek darbelere karşı dikkatli olunmalıdır. Yüksek basınçlı ortamlarda ağız hafifçe aralık tutularak kulak zarının basınçtan etkilenmesi önlenmelidir. Ses şiddetinin yüksek olduğu kapalı ve kalabalık ortamlarda uzun süre kalınmamalıdır.

Görsel 1.38: Odyometre testi donanımı

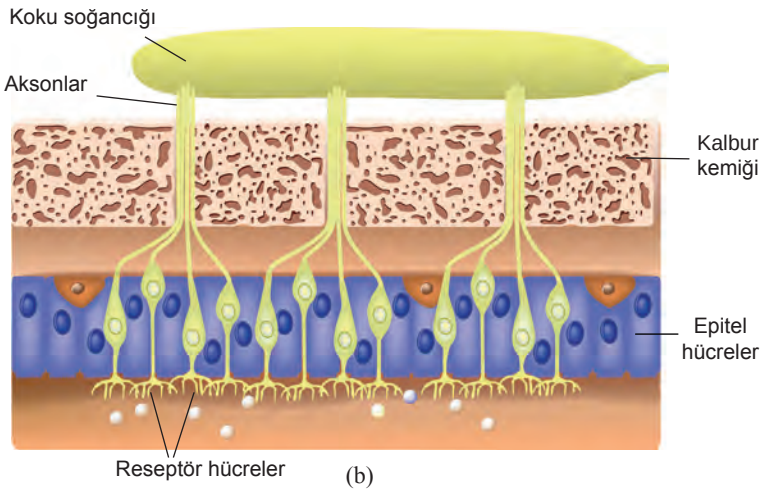
1.1.4.3. Burun

Gaz hâlinde atmosfere yayılan koku maddelerini alan organlara **koku organı** denir. Burun, koku duyusunun alınması ve soluk alışverişinin yapılmasını sağlayan duyu organıdır. Arka tarafından yutağa bağlanırken önden iki delikle dışarıya açılır. Burun boşluğunun üst tarafında koku bölgesi (alanı) bulunur. Reseptör hücreleri ve epitel hücrelerini içeren bu alana **sarı bölge** denir (Görsel 1.39). Epitel hücrelerinin çoğu, mukus salgılayan **goblet hücreleri**dir. Salgılanan mukus ve burun içindeki kıllar havayı süzer. Koku reseptör hücreleri, impulsları doğrudan beynin koku soğancığına gönderir. Reseptörlerin silleri, burun boşluğunu kaplayan mukus tabakasının içerisine uzanır. Farklı kokular için seçilmiş hücreler, burun boşluğunda karışık olarak yerleşmiş durumdadır. İnsan, binlerce farklı kokuyu ayırt edebilir. Ancak birçok canlıya oranla insanda koku duyusu pek az gelişmiştir.

UYARI ! *Tat ve koku reseptörlerinin beyne giden yolları birbirinden bağımsızdır. Ancak birbiriyle etkileşim içindedir. Her iki duyunun reseptörleri de kemoreseptör özellikler taşır.*



(a)



(b)

Görsel 1.39: Burun (a) ve burundaki sarı bölge (b)

Koku reseptör hücrelerinde uyarılma, koku maddesinin hücre zarı yüzeyine temas etmesiyle başlar. Koku maddesi önce mukus içinde difüzyona uğrar. Sonrasında ise zarda bulunan reseptör, proteinlere bağlanır. Maddenin kokusunun alınabilmesi için maddenin gaz hâlinde ve mukusta çözünmüş olması gerekir. Madde mukusta çözününce reseptörde impulsu başlatır. Reseptör hücrelerde oluşan impuls, kendi aksonlarıyla beynin koku soğancığına giderek sinir hücreleriyle sinaps yapar. Koku soğancığındaki sinirler, talamusa uğramadan doğrudan beyin kabuğundaki ilgili merkeze impulsları taşır ve koku algılanır. Aynı koku ile uzun süreli uyarılmak, koku duyusunu yorar. Bir süre sonra koku hissedilmez. Bu durum insanın kötü kokulara dayanabilmesini sağlayan önemli bir adaptasyondur. Doğuştan bazı nedenlerle kokuları algılayamama durumuna **koku körlüğü** denir. Koku körlüğü, kişiyi tat duyusundan mahrum bırakırken zehirli gazların fark edilmesini engellediği için kişinin yaşamını da tehlikeye sokabilir.

Bilgi Notu

Sinüs: Kafa kemiklerinin içine yerleşen ve kanalları burun içine açılan, içi hava dolu kemik boşluklardır. Havanın nemlenmesini, ses tınısını ayarlar. Kafanın ağırlığını azaltarak başın dik tutulmasını kolaylaştırır.

Hormonal değişiklikler, diş ve diş eti hastalıkları, **sinüs** boşluğundaki polipler (epitel hücrelerindeki şişkinlikler) veya aşırı mukus salgısı, tat ve koku duyusunun azalmasına neden olur. Böcek ilacı gibi kimyasallara ve sigara dumanına uzun süreli maruz kalma, koku ve tat duyularını bozar. Hayvan tüyleri, polenler, ev tozları, ısı değişiklikleri ve reseptörlerdeki aşırı hassasiyet **alerjik rinite** (saman nezlesi) neden olan en önemli etkenlerdir. Alerjik rinit, genellikle kroniktir ve tamamen iyileşmez. Hapşırma refleksi, burun içindeki hava yollarının açık tutulmasını sağlar.

Sinüzit (sinüs iltihabı); sinüs boşluklarını kaplayan mukozanın virüs, bakteri ve mantar gibi etkenlerle iltihaplanmasıdır. Aşırı derecede baş ağrısıyla kendisini gösterir. Zamanında teşhis edildiğinde ilaç tedavisi yeterli olurken tedaviye geç kalınmışsa cerrahi işlem gerekebilmektedir.

UYARI ! *İki burun deliğine koku maddelerinin geliş zamanları arasındaki fark, kokunun hangi yönden geldiğini algılamada önemli bir etkendir.*

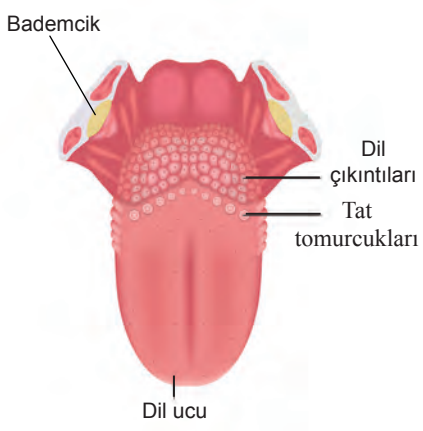
1.1.4.4 Dil

İnsanlarda konuşma ve beslenme için vazgeçilmez bir organ olan dil, üzerini örten epitel dokudaki **papilla** (tat tomurcukları) adı verilen kemoreseptörler sayesinde tat alma organı olarak da görev yapar (Görsel 1.40-1.41). Tat tomurcukları, dildeki epitel dokuya gömülmüştür. Farklı tatlara duyarlı tat hücreleri, dilin farklı bölgelerine yerleşmişlerdir. Her tat tomurcuğunda yapısal açıdan farklı dört tip tat reseptör hücresi vardır: **Tuzlu** tat, yemek tuzu tarafından; **ekşi** tat, hidrojen iyonu tarafından; **tatlı** tat, proteinler yoluyla; **acı** tat ise kapsaisin gibi çeşitli maddeler yoluyla tanınır. Yaygın olarak bilinen bu tatlardan başka, son yıllarda beşinci tat olarak ortaya çıkan **umami** (Japoncada "lezzetli" anlamına gelir.) tadı, **glutamat** maddesinin algılanmasıyla tanınır.

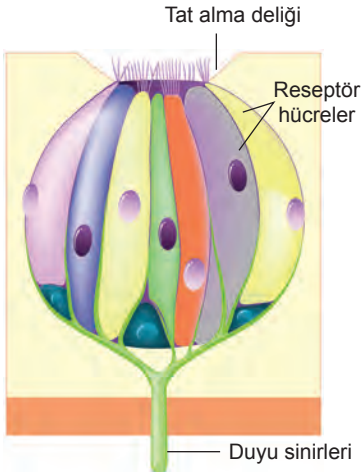
Bilgi Notu

Glutamat: Bir çeşit amino asittir. Genellikle tatlandırıcı olarak monosodyum glutamat kullanılır. Eski peynirde doğal olarak bulunur.

Reseptör hücrelerin tüyleri tomurcuğun tat deliğindedir. Duyu sinirleri reseptör hücreleri sarar ve onlarla sinaps yapar. Tat reseptörleri de koku reseptörleri gibi sıvıda çözünen maddelerle uyarılan kemoreseptörlerdir. Tat ve koku alma reseptörlerinin beyne gidiş yolları farklıdır. Ancak tat ve koku duyusu birbiriyle etkileşimli duyulardır. Koku alma sistemi sinüzit, grip, nezle gibi nedenlerle engellenirse tat alma duyusu azalır. Aşırı sıcak ve soğuk yiyecekleri art arda tüketmek, tat duyusunun zarar görmesine sebep olur.



Görsel 1.40: Dil



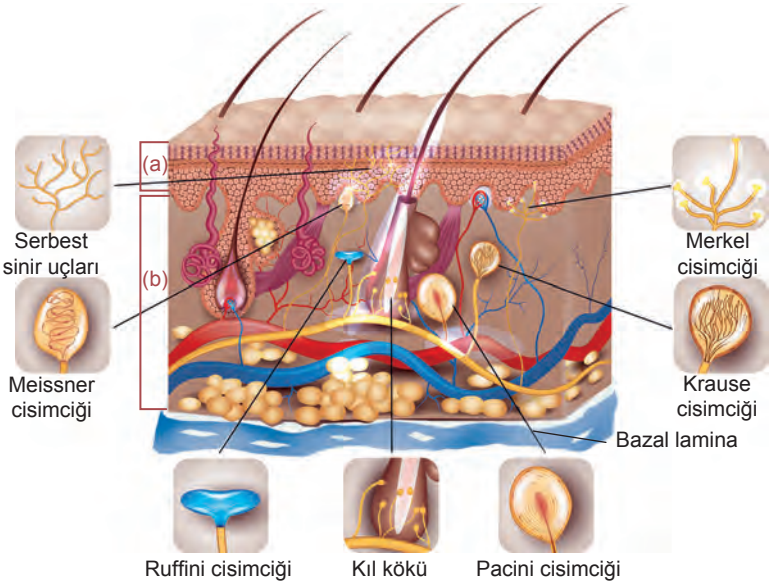
Görsel 1.41: Tat tomurcuğu

Tat körlüğü, bazı insanların çeşitli nedenlerden dolayı tat alamamasıdır. Kalıtsal bir durumdur.

1.1.4.5. Deri

Tüm vücudu saran deri, beyne en çok bilgi veren duyu organıdır. Yeni doğan bebekler dış ortamı tüm duyu organlarıyla, özellikle de dokunarak algılar. Deri; vücut sıcaklığının düzenlenmesi, su kaybının önlenmesi, fiziksel ve kimyasal etkilerden vücudun korunması, solunuma ve boşaltıma yardımcı olma gibi pek çok fonksiyonda görev alır. Basınç, sıcaklık, şekil, nesnelerin sert veya yumuşak olup olmadığı derideki mekanoreseptörler, ısı ve soğuk gibi duyuların hissedilmesinde **termoreseptörler** görev alır (Görsel 1.42).

Derinin yapısı bağ doku ve çok katlı epitel dokudan oluşmuştur. Epitel dokunun yapısında, vücudun iç ve dış yüzeyini örten hücreler ile salgı yapabilen bez hücreleri vardır. **Bazal lamina** yoğun bir hücre dışı matriksidir. Bazal lamina üstündeki epitel dokunun beslenmesi bağ dokudan difüzyonla gerçekleşir. Çok katlı örtü epiteli, genellikle insan derisinin epidermis tabakasını oluşturur.



Görsel 1.42: Derinin kısımları, (a) epidermis, (b) dermis

Bilgi Notu

Termoreseptör: Meksika acı biberi gibi besinlerde "kapsaisin" molekülü vardır ve bu madde ağızda hissedildiğinde tadı "sıcak" olarak hissedilir. Aynı durum 42°C ve yüksek ısılarda da hissedilir. Yani ısıyı algılayan termoreseptörler "kapsaisin" maddesine karşı aynı duyarlılığı gösterir. 42°C ve altı sıcaklıklar için özgün olan reseptör ise "mentol" olarak adlandırılan "serin" denilen lezzettir. Termoresptörler "mentol"e karşı da aynı duyarlılığı gösterir.

Üst derinin (**epidermis**), en üst kısmında **korun tabakası** yer alır. Bu tabaka protein yapılı keratin içeren cansız hücrelerden oluşur. Zaman zaman parçalar hâlinde dökülerek yeniden oluşturulur. Yeni hücreler epidermisin altında yer alan, sürekli mitozla bölünüp çoğalabilen hücrelerdir. Üst deride bulunan melonosit hücrelerinin sitoplazmasında melanin pigmenti bulunur ve deri rengini meydana getirir. Bu tabakaya **malpighi tabakası** denir. Malpighi tabakası, UV ışınları süzerek ışınların zararlı etkilerini azaltır. Albino bireylerde melanin oluşmaz.

Alt deri (**dermis**), kolajen ve elastik bağ dokusu liflerinden oluşmuştur. Kan damarları ve sinirlerce zengindir. Düz kas, ter bezi, yağ bezi, dokunma reseptörü ve lenf damarı içerir. Alt deride bulunan birçok duyu nöronu, doğrudan reseptör olarak veya uç kısmı reseptörlere bağlanmış olarak bulunur. Düz kaslar kıl köklerine yapışıktır ve kılın hareketini sağlar. Kan damarları, deriyi beslerken **ısı ayarlaması (termoregülasyon)** görevini de gerçekleştirir.

Derinin içerdiği duyu reseptörlerinin derideki konumu, duyarlı olduğu uyarana göre değişir. Örneğin, kuvvetli basınca duyarlı reseptörler derinde, hafif dokunmaya duyarlı reseptörler dermisin yüzeyine yakın yerde bulunur. Deride bulunan duyu reseptörleri; **meissner cisimciği**, **merkel cisimciği**, **pacini cisimciği**, **krause cisimciği**, **ruffini cisimciği** ve **serbest sinir uçları**dır. Meissner cisimciği, kılsız derinin dokunma duyusunu alan reseptörlerdir. Avuç içi, ayak tabanı ve dudaklarda bulunur. Merkel cisimciği, kişinin derisi üzerinde sürekli temasta olan nesnelerin varlığını tespit eden, sabit durum sinyalleri vermekten sorumlu olan reseptörlerdir. Derinin hemen alt kısmında kabartı şeklinde gruplar hâlinde bulunur. Derinin kıllı kısımlarında ve parmak uçlarında yoğun olarak bulunur. Pacini cisimciği, sinir akson uçlarının kendi etrafında kıvrılmasıyla meydana gelmiştir. Basınç ve gerilme duyusunu alan reseptördür. Ellerde ve ayak alt derisinde yoğun olarak bulunur. Krause cisimciği soğuğu, ruffini cisimciği sıcağı ve serbest sinir uçları ağrıyı algılar. Her bir kıl ve tabanındaki sinir lifi **kıl kökü organı** olarak adlandırılır. Kılın hafif hareketi, tabanındaki sinir lifini uyarır. Aynı zamanda dokunma reseptörüdür.

UYARI ! *Meissner ve pacini cisimcikleri mekanoreseptör, krause ve ruffini cisimcikleri termoreseptördür. Termoreseptörler derinin her bölgesinde aynı sıklıkta bulunmaz ve çabuk yorulur.*

Deride bulunan ve salgı yapan epitel hücreleri vücutta bulunduğu yere göre ter, tükürük, gözyaşı gibi maddeler salgılar. Alt ve üst deride çeşitli sağlık sorunları meydana gelebilir. Deri yüzeyinde meydana gelen hasarları yakından tespit edebilmek için dermatoskop cihazı kullanılır.

Vitiligo, deride görülen hastalıklardan biridir. Dünya nüfusunun %1'inde görülen vitiligo, deride pigment kaybından kaynaklanan, beyaz alanların görüldüğü bir deri hastalığıdır. Melanin, ultraviyole ışınlarını (UV) doğrudan absorbe ederek güneş ışığının zararlı etkilerinden korunmada önemli rol oynayan bir pigmenttir. Sağlıklı deride melanin sentezi, melanositler tarafından yapılmaktadır. Vitiligoda vücut, kendi melanositlerine karşı antikor üretir. Bu yüzden vitiligo otoimmün bir hastalıktır. Öncelikle yüz olmak üzere, dudak, el, kol veya bacak gibi vücudun herhangi bir kısmını etkileyebilir. Bulaşıcı değildir ancak otoimmün bir hastalık olması sebebiyle başka hastalıklar da ortaya çıkabilir. Güneş yanığı bu hastalığı tetikleyebilir. Tedavisi bireye özgü uygulanır ve tedavi sonuçları da bireysel farklılık gösterir.

Deney 2

Çalışma Yapan Grup/ Öğrenciler **Çalışmanın Yapıldığı Tarih**

Çalışmanın Adı Göz diseksiyonu

Çalışmanın Amacı Memeli gözünün yapısının incelenmesi

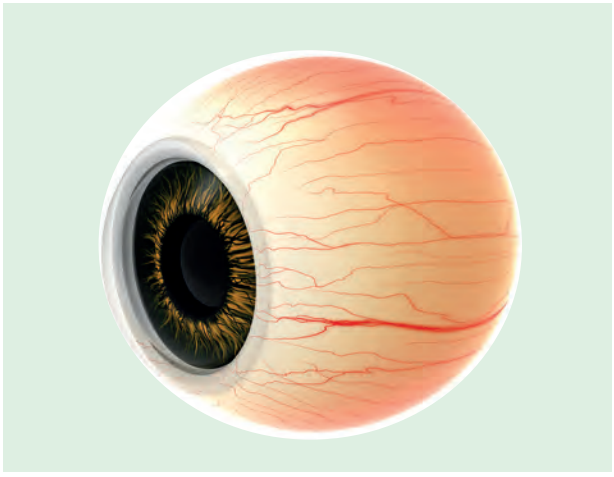
Malzeme ve Materyaller
- Kuzu ya da dana gözü • Diseksiyon (Ameliyat) küveti • Bisturi
- Ameliyat makası • Steril Eldiven • Pens • Yazılı kağıt parçası

Deneyin Yapılışı
- Gözü diseksiyon küvetine alarak göz üzerindeki bağ ve yağ dokuyu bisturi ile yavaşça temizleyiniz.
- Gözün arka kısmından başlayarak bisturi ile kesiniz.
- Gözün ön ve arka kısımlarını inceleyiniz ve burada olması gereken yapıları (kitabınızdaki görselle karşılaştırarak) görmeye çalışınız.
- Gözün ön kısmında bulunan merceği buradan çıkararak yazılı kâğıt parçası üzerine bırakınız.
- Merceği kâğıt üzerinde gezdirerek mercek üzerinden yazılarda meydana gelen değişiklikleri fark etmeye çalışınız.

Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması
1. İncelediğiniz gözün gerçek boyutu, yapısı, bölümleri hakkında gözlemlerinizi yazın.
2. Gözün insan için avantajları nedir? Gözün yapısı ve işlevi ile ilişkilendirerek sınıfta tartışınız.

Kaynak http://www.eba.gov.tr/video/izle/91673faeb5176baf44252bef560e975606f6b-c0e6c001; http://www.eba.gov.tr/video/izle/51775eb60e20463874d018588f-c3359a472802d09c001 adreslerinden gözle ilgili bilgilerinizi gözden geçirebilirsiniz. (Erişim tarihi: 12.02.2018)

Ders Öğretmeni **Tarih/İmza**



1.1.4.6. İbn Sina' nın Biyoloji Bilimine Katkıları

"Tıp yoktu, Hipokrat icat etti; ölmeye yüz tuttu, Calinos (Galen) canlandırdı; dağınıktı, Razi topladı; noksandı, İbn Sina tamamladı."[3]

Türk-İslam bilim insanlarından biri olan İbn Sina, 980'de Buhara (Özbekistan) yakınlarında bir yerleşim yeri olan Afşara'da doğmuştur. Çocukluğunda babasının mesleği nedeniyle dönemin birçok ünlü bilginini tanıma fırsatı bulmuştur. Zekâsı ve bellek gücüyle daha çocuk yaşlarda dikkat çekmiştir. İbn Sina, çeşitli hekimlerle çalışmıştır. Hatta bir dönem bazı bilim insanlarıyla gezgin olarak çeşitli coğrafyaları dolaşmıştır. Yaşadığı dönemde; tıp, matematik, astronomi, fizik, felsefe, kimya, metafizik, şiir ve müzik alanlarıyla ilgilenmiştir. Batı dünyasında "Avicenna" olarak anılan İbn Sina, on yedi yaşına geldiğinde ünlü bir hekim olarak ün salmıştır. Amansız bir hastalığı olan Buhara Emiri'ni zamanın hekimlerinin önüne geçerek iyileştirmiştir. Ödül olarak krallığın kütüphanesine giriş izni verilmiştir. Burada başka disiplinlere ait bilgileri öğrenme fırsatı bulmuştur. Aristo ve diğer filozofların görüşlerini, Farabi'nin eserlerini okuma fırsatı bulmuştur.

Tıp alanında yazılmış "El-Kanun Fi't Tıb" ve "Kalp İlaçları Risalesi" isimli kitapları bulunmaktadır. "Kalp İlaçları Risalesi" eserinde, kalp hakkında teorileri ve genel olarak kalp ilaçlarının özelliklerini ele alarak, bu ilaçların hangi rahatsızlıklara iyi geldiğini alfabetik sırayla yazmıştır. "El-Kanun Fi't Tıb" kitabı kendinin geliştirdiği tıp prensiplerinin dışında Çin, Hint ve Mısır'ın geleneksel tıp bilgilerini de içermektedir. Yaklaşık olarak altı yüzyıl Asya ve Avrupa okullarında tıp kitabı olarak okutulmuştur. Kitabın Batı tıbbına etkileri 20. yüzyıla kadar sürmüştür. Bugün kullanılan klinik uygulamaların araştırılması ve anlaşılması için tıp tarihçilerine zengin bir kaynak teşkil etmiştir. Bilimsel yöntemin temel öğeleri olan gözlem ve deneyin, bilimsel bilgiyi edinme yollarının temel taşı olduğunu belirtmiştir. Bilimsel bilgi üretmekle kalmamış, bilimsel bilgilerin nasıl üretileceğini tartışmış ve bu yöntemi önermiştir. İbn Sina bir İslam filozofu olmasının yanında çağdaş bilimsel yöntem için bilgi edinme tekniklerini önermesi ve bu yöntemleri kullanmasıyla dikkat çeken bilim insanıdır.

"Mikrobu: "Her hastalığı yapan bir kurttur. Yazık ki elimizde onu görecek bir alet yoktur. Temizlik, bu gibi kurttan ileri gelen hastalığın önünü alır." sözüyle ilk kez İbn Sina keşfetmiştir.[3]

Gonorenin (bel soğukluğu) tedavisinde çeşitli hayvan derilerinden yapılan, vücut boşluklarına ya da damarlara yerleştirilen tüpleri (kateterleri) kullanan ilk kişidir. Aynı zamanda gümüş şırınga ile kas içine ilaç enjekte etmekten bahsetmiştir.

İbn Sina'nın görme organı olan gözle ilgili çalışmaları da bulunmaktadır. Sürekli beyaz renge bakıldığında oluşan geçici körlükten bahsetmiştir.

İbn Sina, tıp dünyasında ilk defa tıp ve cerrahiyi iki ayrı disiplin olarak ayırmıştır. Cerrahi müdahalelerde kullanılmak üzere aletler geliştirmiş ve bunları tavsiye etmiştir. Ayrıca bu uygulamalar sırasında narkoz da kullanmıştır. Göğsü dinleyerek, karaciğer ve dalağı el ile muayene ederek iç hastalıkları tespit etmeye çalışmıştır. Doğumu kolaylaştırıcı aletlerin kullanılması gerektiğini ve anne sütünün bebeğin anne karnındayken onu besleyen kana en çok benzeyen besin olduğunu belirtmiştir.

İçme sularının içerdiği mikropların vücuda zararlı olduğunu belirlemiş ve suyun arıtılması için basit bir filtre icat etmiştir.

Ruh ve sinir hastalıklarında müzik eşliğinde tedavi uygulanabileceği fikrini öne sürmüştür. Şeker hastalığında idrarda şeker bulunacağını düşünen, beyinde oluşan tümörü, mide ülserini, yüz felçlerini açıklayan kişidir.

(Kaynaklar:1. Acıduman, A. (2002). İbn-i Sina'nın Bilim Tarihindeki Yeri: Kuhn'ca Bir Yaklaşımla. http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/36/134/927.pdf; Çilenti, K. Bilimin Gelişimi İçinde İbn-i Sina ve Eğitim Teknolojisi. http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/40/509/6200.pdf ; 2. Süngü, A. (2007). Ameliyathane Havalandırma Sistemleri IVF ve Genetik Laboratuvar Havalandırma Sistemleri. http://www.das.org.tr/kitaplar/kitap2007/yazi/ali.sungudas-2007-yazi.pdf adresinden elde edildi, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 22.01.2018, 3. Özden, H. Ömer, İbn Sina- Descartes Metafiziği, Dergâh Yayınları, Şubat 2015)

1. Ünite

Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Epitel dokunun, vücutta bulunduğu üç yer yazınız.
a).....
b).....
c).....

2. İnsanda dokuları birbirine bağlamakla kalmayıp vücudumuzun bağışıklığının oluşturulmasında görev alan, destek ve hareket sistemine köken olan doku çeşidi hangisidir?
.....

3. Uç beyin yarım küreleri işlevlerini tamamen yitirmiş bir kedi yaşayabilir mi? Açıklayınız.
.....

4. İnsanın sinir sisteminde impuls oluşumuna neden olan dört ana uyarıyı yazınız.
a).....
b).....
c).....
ç).....

5. Bir nöron aralıksız uyarılabilir mi, nedeniyle birlikte yazınız.
.....

6. Bir insanın bütün yönleriyle aniden tepki verdiği bir uyaran var mıdır? Açıklayınız.
.....

7. Vücudunda alkol birikimi gittikçe artan bir kişide; konuşma zorluğu, düz çizgide yürüme zorluğu ve nefes alıp verme hızının artması belirtileri gözlemleniyorsa bu kişide merkezî sinir sisteminin hangi merkezleri etkilenmektedir?
.....

8. Aşağıda verilen olayları, beynin veya uç beynin hangi bölümünün gerçekleştirdiğini sağ taraftaki boşluğa yazınız.

Kaldırım kenarından düşmeden atlama	
Sevdiği bir yiyeceğin kokusunu ayırt etme	
Kendisine sorulan soruya anlamlı cevap verebilme	
Çevredeki sesleri duyma	
Uzun zamandır görmediği bir arkadaşını tanıma	

9. Yaya geçidinden geçmek için adım atarken kendine doğru gelen arabayı fark edip aniden duran bir kişinin yaptığı hareketle ilgili soruların yanıtlarını sağ taraftaki boşluğa yazınız.

Bu kişinin yaptığı ani durma hareketinin adı nedir?	
Birey ani durma hareketini gerçekleştirirken impulsların vücutta izlediği yol nedir?	
Durma hareketi yapmasını emreden merkezî sinir sistemi bölümünün adı nedir?	
Durma hareketinin çok kısa süre içinde oluşmasını etkileyen iki sebep yazınız.	

10. Omurilikte hangi sinirlerin zarar görmesi felce neden olur?
.....

11. Hormon olarak görev yapan maddelerin ortak özellikleri nelerdir?
.....

12. Karbonhidratça zengin bir yemek yenildikten sonra kandaki glikoz miktarı nasıl ayarlanır? Açıklayınız.
.....

13. Gözde kör nokta nedir? Açıklayınız.
.....

14. Statik ve dinamik denge ne demektir? Kulakta nerede gerçekleşir?
.....

15. Alaca karanlıkta bir cismi daha iyi görmek istiyorsak o cisme karşısından değil yandan bakmalıyız. Niçin?
.....

16. Eşik değerini giderek aşan bir uyaranla uyarılan sinir hücresinde meydana gelen olaylar aşağıdaki şekilde verilmiştir. Bu ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Aksiyon potansiyeli oluşur.	
İmpuls hızı artar.	
Harcanan ATP miktarı artar.	
Bir süre sonra sinaptik yorulma görülür.	

17. Endokrin ve karma bezlerden salgılanan hormonlarla ilgili aşağıda verilen ifadeleri doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Hormonlar kanla taşınır.	
Tüm hormonlar metabolizmayı hızlandırır.	
Adrenalin ve noradrenalin, negatif geri bildirim sistemi ile salınarak birbiri ile zıt etki gösteren hormonlardır.	
Tiroksin hormonu, hücreleri uyararak bazal metabolizma hızını arttırır.	
Böbrek ve bağırsaklardan kalsiyum geri emilimini sağlayan hormon, kalsitonindir.	

18. Duyu organları ile ilgili aşağıda verilen ifadeleri doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Derideki pigmentler, UV ışınları süzerek alt deriyi ve vücudu zararlı etkilerden korur.	
Tat duyusunda yer alan tat tomurcuklarının yapısında kemoreseptörler bulunur.	
Koku duyusunun algılanmasında talamus görev alır.	

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

19. İnsan vücudunda en fazla farklılaşmış hücreye ……..... denir.

20. Bir insan vücudunda, kan basıncının ayarlanması, besinin bağırsakta hareketi ve bezlerin çalışması gibi isteğimiz dışında ve farkında olmadığımız olayları ……..….....düzenler.

21. Nöronda impulsun hızını nöronun etrafındaki …..... ...……..... arttırır.

22. Akromegali hastalığı, …….....…. hormonunun fazla salgılanması sonucu ortaya çıkar.

23. Suyun geri emiliminde görev yapan hormonlar ……..... ve …….....…... hormonlarıdır.

24. Adrenalin hormonu, kişi tehlike altında kaldığında …….....….sinir sisteminin etkisiyle salgılanır.

25. Kulak kepçesinin topladığı sesin şiddetini …… .....…….. arttırır.

26. Aşağıdaki numaralı ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

I. Graves hastalığı ( )	a) İnsülin azlığı
II. Addison hastalığı ( )	b) ADH azlığı
III. *Diabetes insipidus* ( )	c) Tiroksin azlığı
IV. Basit guatr ( )	d) Tiroksin fazlalığı
V. *Diyabetes mellitus* ( )	e) Aldosteron azlığı
	f) ADH fazlalığı

27. Aşağıdaki numaralı ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

I. Çubuk reseptörleri ( )	a) Işığa duyarlı reseptörleri içerir.
II. Koni reseptörleri ( )	b) İncelip-kalınlaşarak net görmeyi sağlar.
III. Sarı nokta ( )	c) Az ışıkta görmeyi sağlar.
IV. Mercek ( )	d) Fazla ışıkta görmeyi sağlar.
V. İris ( )	e) Göz rengini oluşturur.
	f) Göz sinirlerinin çıktığı yerdir.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

28. Erişkin bir insanda homeostazinin sağlanması için;

I. yemek yedikten sonra insülin hormonunun salgılanması,
II. oksijenin dokulara taşınması,
III. büyüme hormonunun salgılanması,
IV. metabolik atıkların böbreğe iletilmesi,
V. soluk alıp vermenin hızlanması

olayları gerçekleşirken hangisinde kan dolaşımı doğrudan görev <u>yapmaz</u>?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV
D) II, III ve V E) I, III ve V

29. Bir insandaki nöronlarla ilgili olarak;

I. Na^+ ve K^+ pompasıyla polarizasyonu sağlaması,
II. eşit sayıda gen taşımaları,
III. aynı merkezlere impuls taşımaları,
IV. eşik değeri aynı olan uyaranlarla uyarılmaları

verilen ifadelerin hangileri ortaktır?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
D) I ve IV E) I, III ve IV

30. Arkadaşlarının yiyemediği acı biberi tek bir hamlede yiyen ve biberin acı olmadığını söyleyen Güldeniz'in beynindeki hangi bölümde bulunan nöronların eşik değerinin yüksek olduğu söylenebilir?

A) Uç beyin, frontal lop
B) Uç beyin, paryetal lop
C) Uç beyin, temporal lop
D) Uç beyin, oksipital lop
E) Orta beyin

31. Çınar, hormonlar konusu anlatıldığında öğretmenine konuyu çok iyi anladığını belirtmiş fakat sınavda çıkan soruyu konuyu hatırlayamadığı için çözememiştir.

Bu durumda Çınar'ın, beyin kısımlarından hangisine bilgiyi tam olarak kaydedemediği söylenebilir?

A) Uç beyin, frontal lop
B) Uç beyin, paryetal lop
C) Uç beyin, temporal lop
D) Uç beyin, oksipital lop
E) Arka beyin, pons

32. Sinir sistemi hastalıkları ile ilgili;

I. olaylar karıştırılır, hafıza kaybı yaşanır,
II. ayakları sürüyerek yürüme ve denge bozukluğu gibi belirtileri vardır,
III. merkezî sinir sistemi hastalığıdır,
IV. kısa süreli nöbetlere yol açar,
V. hastalık miyelin kılıfta tahribata yol açar

şeklinde verilen ifadelerden hangileri alzheimer için geçerlidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve IV E) I, IV ve V

33. Aşağıdakilerden hangisi hormonlarla ilgili yanlış bilgi içermektedir?

A) Hedef organa kanla taşınırlar.
B) Endokrin bezler tarafından salgılanırlar.
C) Vücutta düzenleyici olarak görev yapan inorganik moleküllerdir.
D) Reseptörleri hücre zarında veya hücrenin içinde olabilir.
E) Az ya da çok salgılandıklarında çeşitli hastalıklar ortaya çıkar.

34. Aşağıdakilerden hangisi parathormon salgısının görevlerinden değildir?

A) Kanda Ca^{+2} düzeyini yükseltir.
B) Kandaki fosfat derişimini azaltır.
C) Böbrek ve bağırsakların Ca^{+2} emilimini artırır.
D) D vitaminini aktifleştirir.
E) Kalsiyumun kemiklerde depolanmasını artırır.

35. Aşağıda verilen hormonlardan hangisi kan glikoz düzeyinin ayarlanmasında görev yapmaz?

A) İnsülin B) Glukagon C) Kortizol
D) Aldosteron E) Adrenalin

36. Tiroksin hormonunun artışına;

I. TSH salgısının artması,
II. çevre sıcaklığının azalması,
III. vücutta iyot miktarının yetersiz olması,
IV. çevre sıcaklığının artması

ifadelerinden hangileri neden olur?

A) Yalnız I B) I ve II C) Yalnız III
D) I, III ve IV E) III ve IV

37. İnsanda, kulakta bulunan;

I. kulak zarı,
II. östaki borusu,
III. korti organı,
IV. orta kulak,
V. yarım daire kanalları ve otolitler

yapılarından hangisi beyincik yardımıyla vücut dengesinin sağlanmasında yardımcı rol oynar?

A) I B) II C) III
D) IV E) V

38. Deride yer alan;

I. pacini cisimciği,
II. ruffini cisimciği,
III. krause cisimciği,
IV. meissner cisimciği

reseptörlerinden hangileri derideki ısı değişimlerine duyarlıdır?

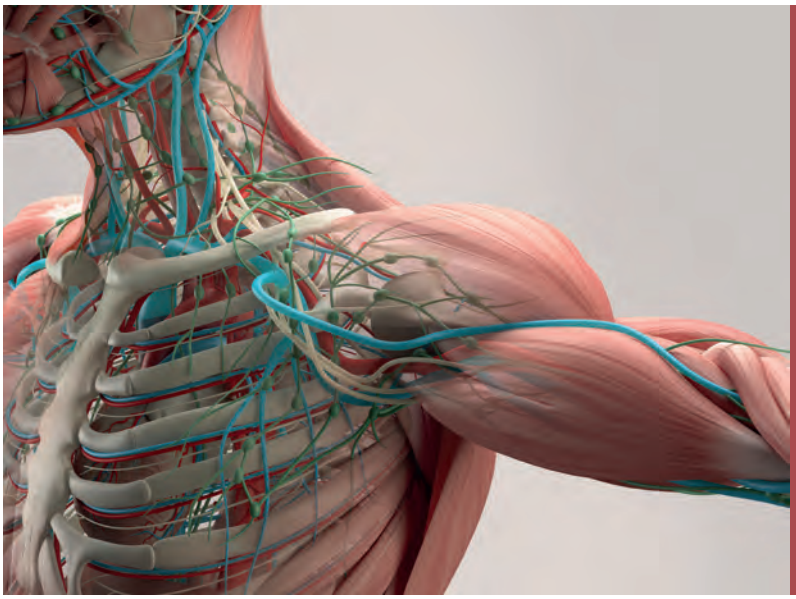
A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III
D) II ve IV E) I, II ve IV

39. Duyu organları ile ilgili olarak;

I. koni ve çubuk reseptörlerin uyarılması,
II. reseptörlerin mukus yardımıyla uyarılması,
III. otolitlerin silli hücreler üzerinde yer değiştirmesi,
IV. korti organındaki hücrelerin sıvı dalgalarla uyarılması

olaylarından hangileri beş temel duyu ile ilgilidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I, II ve III E) I, II ve IV



Bölüm 2
Destek ve Hareket Sistemi

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenciler;

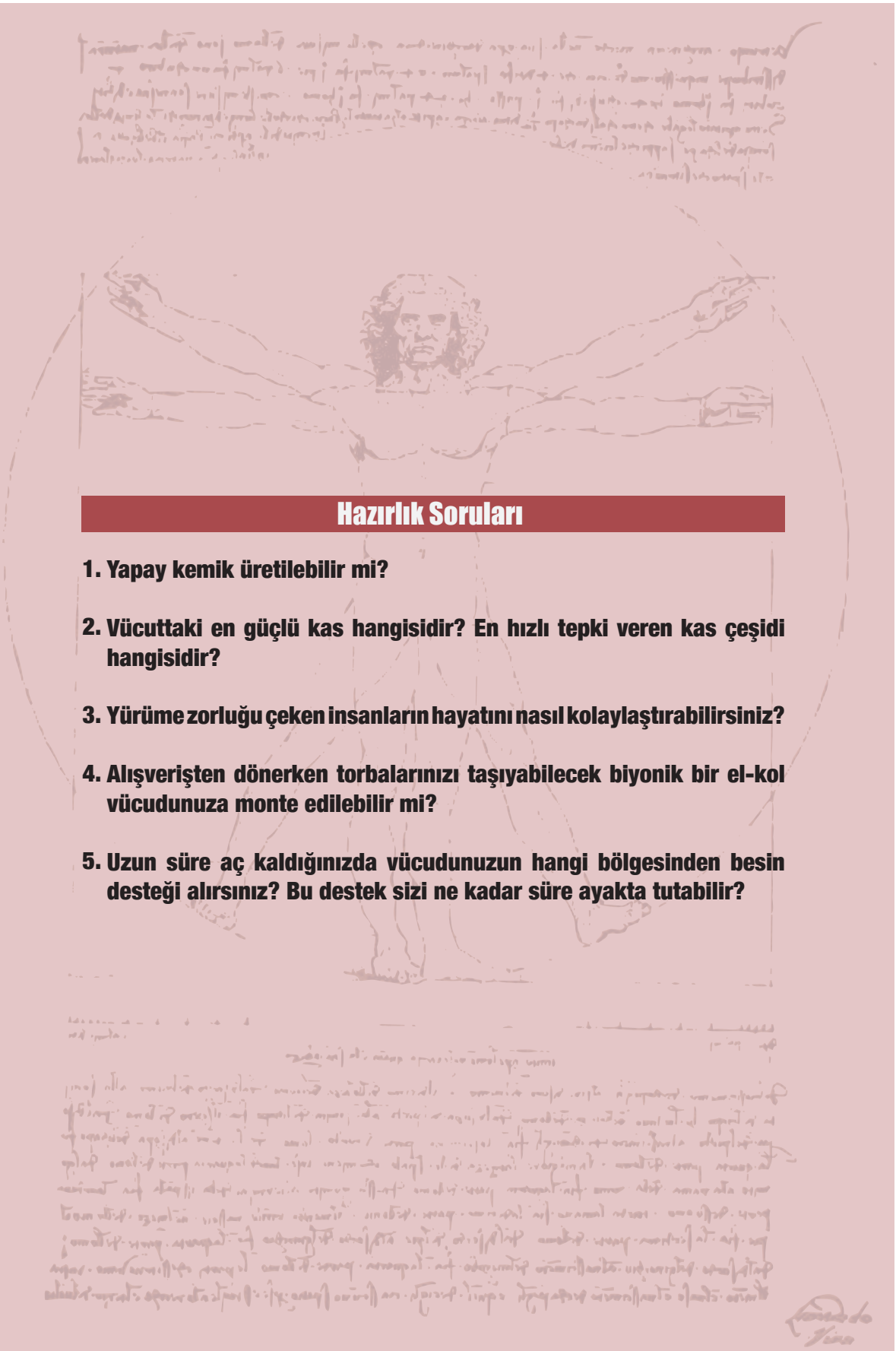
- ▶ Kemik, kıkırdak ve kas çeşitlerini görselleriyle birlikte tanır.
- ▶ Huxley'in kayan iplikler modelini tanır ve kasılmanın kimyasal ve fiziksel mekanizmasını öğrenir.
- ▶ Destek ve hareket sisteminin diğer sistemler içindeki yerini kavrar.
- ▶ Destek ve hareket sisteminin rahatsızlıklarını tanır ve sistemin sağlığı açısından spor ve beslenmenin önemini anlar.
- ▶ Biyomekatronik uygulamaları, destek ve hareket sisteminin işleyişi ile ilişkilendirir.

Kavramlar ve Terimler

- Eklem
- Kas
- Kemik
- Kıkırdak
- Tendon

Bölüm İçeriği

- ▶ İskelet Sistemi
  - Kemik Doku
  - Kıkırdak Doku
  - Eklemler
- ▶ Kas Sistemi
  - İskelet Kasları (Çizgili Kaslar)
  - Düz Kaslar
  - Kalp Kası
  - Huxley'in Kayan İplikler Modeli (Çizgili Kasın Kasılma Modeli)
  - Kasılma Sırasında Gerçekleşen Kimyasal Olaylar ve Kasılma Mekanizması
- ▶ Destek ve Hareket Sisteminin Hastalıkları ve Sağlığının Korunması
- ▶ Destek ve Hareket Sistemi Ölçme ve Değerlendirme



Hazırlık Soruları

1. Yapay kemik üretilebilir mi?

2. Vücuttaki en güçlü kas hangisidir? En hızlı tepki veren kas çeşidi hangisidir?

3. Yürüme zorluğu çeken insanların hayatını nasıl kolaylaştırabilirsiniz?

4. Alışverişten dönerken torbalarınızı taşıyabilecek biyonik bir el-kol vücudunuza monte edilebilir mi?

5. Uzun süre aç kaldığınızda vücudunuzun hangi bölgesinden besin desteği alırsınız? Bu destek sizi ne kadar süre ayakta tutabilir?

Oku-Yorum

Vücudun Kaldıraç Sistemleri ve Biyomekatronik

Kaslar, kemiğe bağlandıkları noktalara gerim uygulayarak iş görür ve buna bağlı olarak kemikler çeşitli tipte kaldıraç sistemlerini oluşturur.

Vücudun kaldıraç sistemleri, dört unsur üzerinden değerlendirilir: Kasın yapıştığı noktalar, bu noktaların kaldıracın dayanma noktalarına uzaklıkları, kaldıraç kolunun uzunluğu ve kaldıracın pozisyonu. Vücuttaki uzuvlarla çeşitli tiplerde hareketler yapılır. Bunların bir kısmı büyük kuvvet gerektirirken, bir kısmı ise geniş hareket mesafesine ihtiyaç duyar. Buna bağlı olarak, kas tipleri de çeşitlidir. Bazıları uzundur ve boylarını çok kısaltabilir, bazıları ise kısadır fakat geniş enine kesite sahiptir. Bu sayede kısa mesafede oldukça güçlü kasılmalar sağlar.

Kasların bu özelliklerinden hareketle kinezyoloji; kas tiplerini, kaldıraç sistemlerini ve hareketlerini inceleyen insan fizyoanatomisinin önemli bir alanıdır.[1]

İskelet ve kas sistemi ile ilgili tüm bu bilgiler kullanıldığında, 21. yüzyılın en önemli gelişmelerinden biri olan disiplinlerarası iş birliği ile ortaya çıkan insan için insana dair yeni bir alanı tanıtmak gerekli-

dir: **Biyomekatronik sistem mühendisliği**. Özellikle kas, doku ve sinir ağları gibi organizma kısımlarının makine, elektronik, kontrol ve yazılım mühendisliği ilkeleriyle kaynaştırıldığı, disiplinlerarası bilim dalına biyomekatronik denir. Artan ömür süresi ile beraber artık destek ve hareket sistemi yapılarında meydana gelen bozukluk veya eksikliğin giderilmesi bir zorunluluktur. İnsanların her zaman, her yerde etkin tedavisi ve birey olarak başkalarına bağlı kalmadan yaşayabilmeleri için geliştirilen ve geliştirilecek biyomekatronik sistemler son derece anlamlıdır. Nöro protezler, yapay organlar, ortez ve protezler, biyolojik geri besleme kontrollü rehabilitasyon amaçlı robotlar biyomekatroniğin uygulama alanları arasında sayılabilir.

Biyomekatronik sistem çalışmalarında, hastalık veya doğum kusurları ile kaybedilmiş veya sinirlerle bağlantısı bozulmuş olması nedeniyle hareketini kaybetmiş doku ve organlarda hareketi kolaylaştıracak, insan kas, iskelet ve sinir sistemi ile etkileşimli cihazların tasarımı ve uygulanması hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda, tasarlanan ve kontrol edilen; robotik destek sistemlerinde insanın sinir, destek ve hareket sistemlerine bütünleşmiş; biyolojik yapısından ilham alan çok bileşenli elektromekanik sistem üretim yaklaşımı ön planda tutulmuştur. Bu yaklaşımla endüstriyel olarak üretilmiş birkaç örnek şu şekildedir:

a) **Şekil Hafızalı Metal (ŞHM) Eyleyicili Protez El:** Bu çalışmada parmakların çalışma şekilleri ve güçlerine göre eyleyiciler seçilerek protez el tasarımı yapılmıştır. Seçilen eyleyiciler (çeşitli elektirik motorları ve ŞHM) için gerekli kontrol yöntemleri, mikroişlemci üzerinden gerçekleştirilerek parmakların hareketi sağlanmıştır.

b) **El Rehabilitasyonu İçin EMG Kontrollü Giyilebilir İskelet Destek Sistemi:** Kas rahatsızlıkları ve kas yaralanmaları, elde fonksiyon kaybına neden olabilmekte ve fizik tedavi rehabilitasyon süreçleri her zaman her hasta için ulaşılabilir olamamaktadır. Taşınabilir ve uzmanların periyodik ve uzaktan denetimi ile evde rehabilitasyon sürecine olanak sağlayan bu sistem vücuttan yüzeysel elektrotlar ile aldığı EMG (Elektromiyogram) sinyallerini kullanarak otomatik çalışır.

c) **Yürüme Zorluğu Çeken Çocuklar İçin Destek Sistemi:** Bu sistem, yürüme yetisini tam kaybetmemiş ancak obezite, kas tembelliği gibi sebeplerden dolayı yürüme zorluğu çeken çocukların yürümelerine yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Dış iskelet üzerinde bulunan motor, kişinin harekete geçmesiyle çalışmaya başlayarak bir sonraki adım için ayağın ileriye hareketini sağlamaktadır.

d) **EMG Kontrollü Endüstriyel El Tasarımı:** Endüstriyel işletmelerde insan elinin yeteneklerinin gerektiği ama insanın çalışması için çok tehlikeli olan alanlarda insan tarafından kendi el hareketleri ile yönlendirilen endüstriyel robotik bir el tasarımı gerçekleştirmek amaçlanmıştır. İnsan vücudundan alınan EMG sinyallerinin okunup işlenmesi ile robotik el tasarımı kontrol edilerek insanların tehlikeli çalışma alanlarından uzakta, zor ve tehlikeli işleri yapabilmesi sağlanmıştır.[2]

Tüm bu tasarımlar herhangi bir nedenle organ kaybı yaşayanlara ve vatan savunmasında görev alıp uzvunu kaybeden gazilerimize, günümüzde ve gelecekte birer umuttur. Bu tasarımlar iskelet ve kas sisteminde meydana gelen kayıpların yerini doldurmasa bile eksikliklerinin yarattığı yoksunluk duygusunu bir nebze azaltacak ve yaşama dair tüm umutlarını canlı tutacaktır.

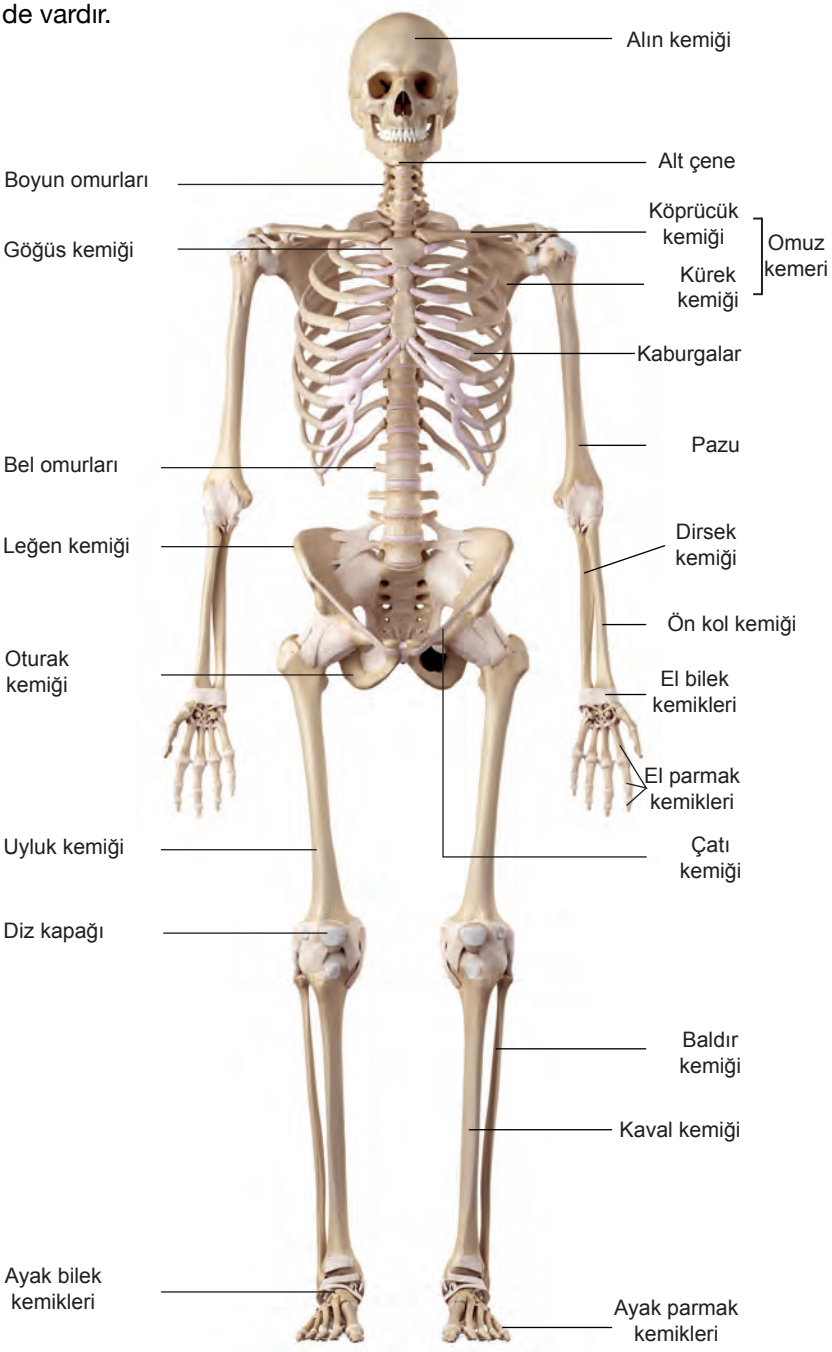
(Kaynak: 1. Guyton s.86, düzenlenmiştir. 2. Yıldız Teknik Üniversitesinden Doç. Dr. Erhan Akdoğan ve Marmara Üniversitesinden Doç. Dr. Erkan Kaplanoğlu'nun yayınlarından derlenmiştir. Erişim Tarihi: 02.10.2017)

1.2 Destek ve Hareket Sistemi

İnsanda durum ya da yer değiştirmeye dayalı tüm faaliyetler, iskelet ve iskelete bağlı kaslar tarafından sağlanır. İnsanda destek ve hareket sistemi; kemik doku, kıkırdak doku ve kas dokudan oluşur.

1.2.1 İskelet Sistemi

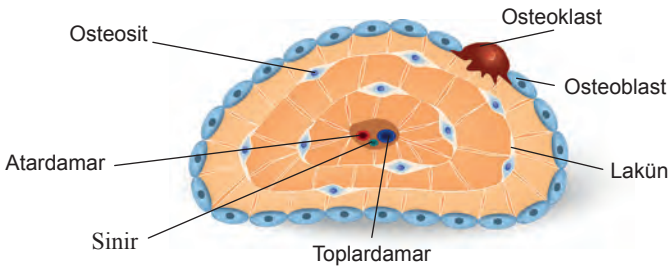
İskelet, insan vücudunun çatısını oluşturarak onun dik durmasını sağlayan ve iç organları darbelerden koruyan yapıdır. İskeletin vücuda şekil verme, kaslara bağlanma yüzeyi oluşturma, kas ve eklemlerle birlikte vücut hareketini sağlama, kalsiyum, fosfor, magnezyum gibi mineralleri depolama ve kemik iliğinde kan hücrelerini üretme görevleri de vardır.



Görsel 1.43: İnsan iskeletini oluşturan kemikler

1.2.1.1 Kemik Doku

İnsanda iskelet, embriyonik dönemin başlarında kıkırdak doku hâlindedir. İkinci aydan sonra başlayan kemikleşme, 25 yaşına kadar devam eder. Kemik doku, kemik hücreleri (**osteosit**) ve ara maddesinden (**osein**) oluşmuştur. Osteositler uzantılı hücrelerdir. Uzantıları, birbirleriyle ilişkili olmalarını sağlar. Oseinin organik kısmı protein yapıdaki kolajen liflerden; inorganik kısmı ise kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, kalsiyum florür, potasyum ve magnezyumdan meydana gelir. Organik maddeler kemiğin esnek olmasını sağlar. Bir insanın bebeklikten yaşlılığa doğru organik madde oranı azalırken inorganik madde oranı artar ve kemikler daha fazla sertleştiği için kemiklerin kırılganlıkları artar. Onarım ve iyileşmeleri zorlaşır.



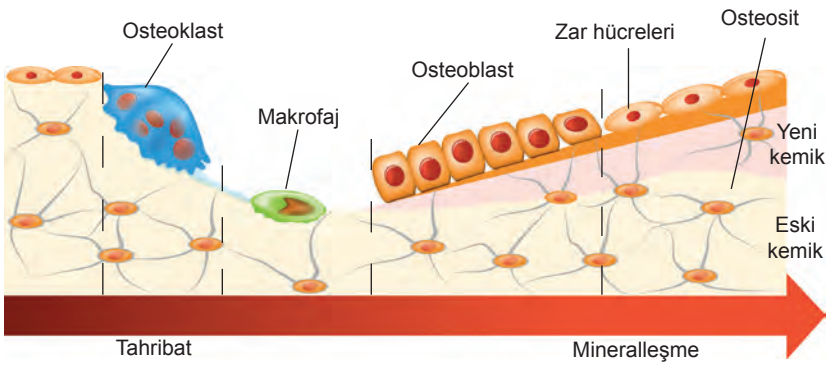
Görsel 1.44: Kemik yapısı

Osteosit hücreleri, **osteoblast** denilen genç kemik hücrelerinin olgunlaşmasıyla oluşur. Osteositler uzantılı hücreler olduğu için kemik kanalları içinde birbirine bağlanır. Osteositler, kemik doku içinde **lakün** adı verilen boşluklarda yer alır (Görsel 1.44).

Kemik doku içinde, ayrıca **osteoklast** adı verilen hücreler de bulunur. Bunlar, kemik doku içinde kanallar açarak yıpranmış kemik doku hücrelerinin yıkımını sağlayan hücrelerdir. Osteoklastlar tarafından yıkılan kemik doku hücrelerinin yerini osteoblastlardan farklılaşan yeni kemik hücreleri alır. Sürekli devam eden bu kemik yıkımı ve yapımı, kemiğin üzerine yerleşen kuvvetlerin ayarlanmasını ve kemiğin yeniden şekillenmesini sağlar (Görsel 1.45).

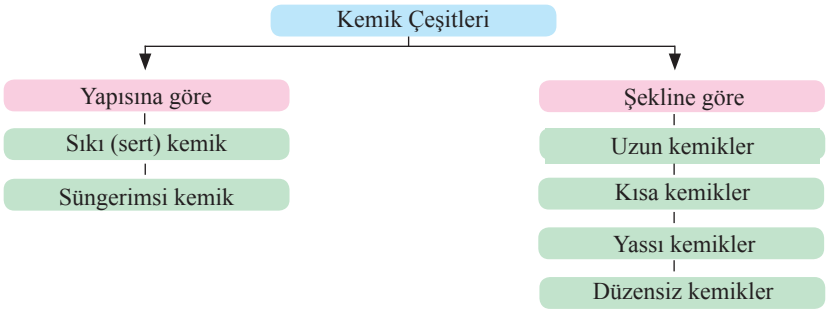
Kemikleri dıştan saran zara **periost** denir. Periost, bağ dokudan meydana gelmiştir. Bol miktarda kan damarı, lenf damarı ve sinir taşır. Yeni kemik hücrelerinin oluşumunu, kemiğin enine büyümesini, yenilenmesini ve kemik kırıklarının onarılmasını sağlar.

Yetişkin bir insanın kemik analizi yapıldığında yaklaşık olarak kemik dokusunda %20 oranında su, %30 oranında organik madde, %50 oranında inorganik madde bulunur. İnorganik maddelerin çoğunluğunu kalsiyum, magnezyum ve fosforun oluşturduğu görülür.

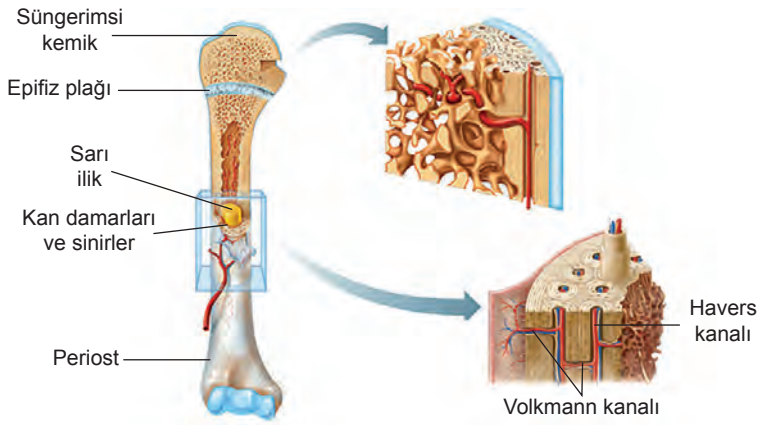


Görsel 1.45: Kemik yıkımı ve oluşumu

Tablo 1.5: Kemik Çeşitleri

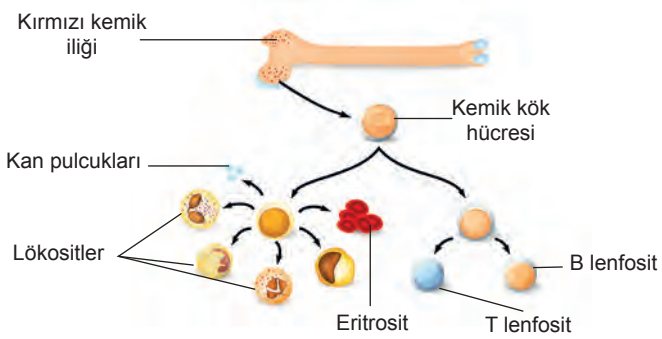


Sert kemik doku; uzun kemiklerin gövdesinde, baş kısmındaki süngerimsi kemik doku üzerinde ve iskeleti oluşturan tüm kemiklerin dış yüzeyinde bulunur. Sert kemik doku, baskıya ve bükülmeye dayanıklıdır. Enine kesitinde iç içe geçmiş halkalar şeklinde lamelli yapısı gözlenir. Lamellerin ortasında sinir şeritlerini ve kan damarlarını taşıyan **havers kanalı** bulunur. Kemiğin ortasından geçen sarı kemik iliği kanalına parelel uzanan havers kanallarını birbirine bağlayan yan kanallara **volkmann kanalı** denir. Bu kanallarda sinirler ve kan damarları bulunur. Kemik dokusu hücreleri, kan damarlarından besin ve oksijen alırken atık ürünleri de aynı yolla kana verir (Görsel 1.46).



Görsel 1.46: Uzun kemik yapısı

Süngerimsi kemik doku, uzun kemiklerin uçlarında ve diğer kemiklerin sert kemik dokusunun altında yer alır. Süngerimsi kemik doku gözenekli, ince ve düzensiz lamellerden oluşmuştur. Boşluklu yapısından dolayı hafif ancak baskıya dayanıklıdır. Kan hücrelerinin yapımını gerçekleştiren **kırmızı kemik iliğ**ini içerir. Kırmızı kemik iliğinin içeriğinde kök hücre ve kan hücreleri (alyuvar, akyuvar ve trombosit hücreleri) bulunmaktadır (Görsel 1.47).



Görsel 1.47: Kırmızı kemik iliğindeki kök hücrelerin farklılaşması

Bilgi Notu

Sarı kemik iliği: Bol miktarda yağ damlacığı içerdiğinden sarı renktedir. Kök hücre ve bağışıklığı sağlayan bazı akyuvar çeşitlerini içerir.

Uzun kemik denildiğinde akla ön kol, dirsek, pazu, kaval, baldır, uyluk kemikleri gelmektedir. Kemiğin baş ve gövde kısımları arasında kıkırdak doku yapısında **epifiz plağı** bulunur. Bu plak büyüme dönemlerinde kemik boyunun uzamasını sağlar. Uzun kemiklerin gövdesinde yer alan kemik kanalında **sarı kemik iliği** yer alır. Uzun kemiklerin baş kısımları, süngerimsi kemik yapıdadır ve içindeki boşluk kırmızı kemik iliği ile doludur.

Yassı kemikler, kalınlığı boy uzunluğundan az olan kemiklerdir. Kafatası, kürek, kalça ve kaburga kemikleri yassı kemiklerdendir. Bu kemiklerin en dışında periost, periostun altında sıkı kemik ve iç kısmında süngerimsi kemik bulunur.

UYARI ! *Sarı kemik iliği sadece uzun kemiklerde bulunurken kırmızı kemik iliği tüm kemiklerde bulunur.*

Kısa kemiklere, el ve ayak bileklerindeki kemikler örnektir. Boyu ve genişliği hemen hemen eşit olan kemiklerdir. Yapıları, yassı kemiklere benzer.

Düzensiz şekilli kemiklerin belirli bir şekli yoktur. Bazı yüz kemikleri ve omur kemikleri, bu tarz kemiklere örnek verilebilir. Yapıları yassı ve kısa kemiklere benzer.

İnsanda iskelet yapısı, eksen iskeleti (baş ve gövde iskeleti) ve üyeler iskeleti (kollar ve bacaklar) olmak üzere iki temel kısma ayrılır. Yetişkin bir insanda, iskelet yaklaşık 207 kemikten oluşmaktadır.

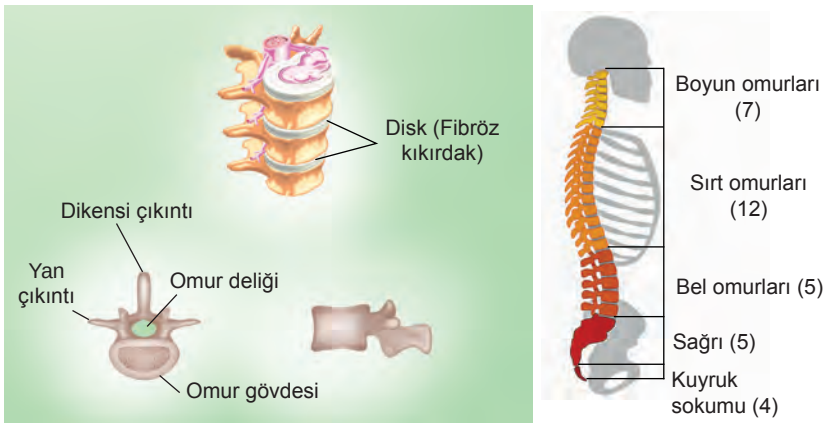
Eksen iskeletini oluşturan baş iskeletinde kafatası (8) ve yüz kemikleri (14) bulunur. Gövde iskeletinde ise omur (33), göğüs kemiği (1) ve kaburga kemikleri (24) bulunur (Görsel 1.48).

Kafatasını oluşturan yassı kemikler, oynamaz eklemlerle birbirine sıkıca bağlanmıştır. Oluşturdukları korunaklı yapı, beynin darbelerden korunmasını sağlar. Alt çene kemiği şakak kemiklerine oynar eklem ile bağlı ve hareketlidir. Bu açıdan baş iskeletinde tek hareketli kemik, alt çene kemiğidir.

Omurga kemikleri; boyundan kuyruk sokumuna kadar devam eden, üst üste dizilmiş ve omur denilen 33 kemikten oluşmuştur. Omurlar arasındaki deliklerden oluşan kanala omurilik yerleşmiştir. Omurların yanlarında bulunan aralıklardan omurilik sinirleri çıkar. Omurlar arasında kıkırdak yapılı **disk** olarak adlandırılan **ara yastıklar** vardır. Omurganın; vücudun dik durması, omuriliğin korunması, kaburga ve iç organların bağlanma yeri olması gibi görevleri bulunmaktadır.

En üsteki boyun omuruna **atlas**, atlasın altındaki ikinci omura ise **eksen kemiği** adı verilir. Eksen kemiğinin çıkıntısı, atlas kemiğinin içine yerleşmiştir. Bu biçimlenme, başın eksen kemiği etrafında rahatça hareket etmesini sağlar. Omurlar üst tarafta kafa kemiği, alt tarafta kalça kemikleri ve ortada kaburga kemikleri ile eklem yapar.

Kaburga kemikleri, göğüs bölgesini saran 12 çift yassı şekilli kemiklerdir. Hepsi vücudun arkasında bir uçları ile sırt omurlarına eklem yapar. Önden ilk 7 çifti göğüs kemiğine eklem yapmıştır. 8, 9 ve 10. çiftler birbirine bağlandıktan sonra 7. kaburga kemiği ile eklemlenir.



Görsel 1.48: Omurga kemikleri

11. ve 12. kaburga çiftlerinin ön uçları serbesttir (yüzen kaburgalar). Kalbi ve akciğeri çevreleyerek mekanik olarak korumak ve destek sağlamak, solunum sırasında diyaframa yardımcı olmak kaburgaların görevleri arasındadır.

Omuz kemeri, sağlı sollu iki köprücük kemiği ve iki adet kürek kemiğinden oluşur. Köprücük kemiklerinin bir ucu, göğüs kemiğine bir eklemle bağlanır.

Kalça kemeri, kalça, oturga ve çatı kemiklerinin bir araya gelmesi ile oluşur. Kalça kemikleri, omurganın bitiminde bulunur ve omurganın sağrı adı verilen bölgesindeki omurlar ile birleşerek **leğen kemiği**ni oluşturur. Üstte kuyruk sokumu kemiğiyle 2. ve 3. kuyruk omurları, iki yandan ilye kemiği, alttan çatı kemiği ve oturak kemiğiyle sınırlandırılan boşluğa **leğen boşluğu** ya da **pelvis boşluğu** adı verilir.

Üyeler iskeleti, kol ve bacak kemiklerinden oluşur. Üyeler iskeletinde, uzun ve kısa olmak üzere toplam 120 kemik bulunur. Kol ve bacağın her birinde otuzar kemik vardır (Tablo 1.6).

Tablo 1.6: Kol ve Bacak Kemikleri Sayısı

Kol kemikleri		**Bacak kemikleri**	
Bulunduğu kısmın adı	Kemik sayısı	Bulunduğu kısmın adı	Kemik sayısı
El bilek kemikleri	8	Ayak bilek kemikleri	7
El tarak kemikleri	5	Ayak tarak kemikleri	5
El parmak kemikleri	14	Ayak parmak kemikleri	14
Pazu kemiği	1	Baldır kemiği	1
Ön kol kemiği	1	Kaval kemiği	1
Dirsek kemiği	1	Diz kapağı kemiği	1
-	-	Uyluk kemiği	1

Kemik oluşumu ve gelişmesi için yapısındaki kalsiyum, fosfor ve potasyum gibi inorganik maddelerin kemikteki ve kandaki oranı arasında belli bir dengenin sağlanması gerekir. Bu dengeyi kalsitonin ve parathormon düzenler.

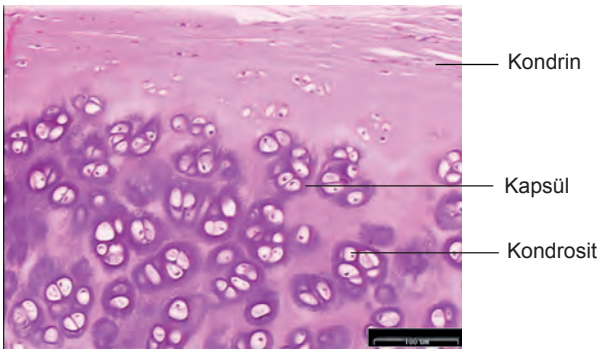
Hatırlatma

Kemiğin büyümesi gelişmesi üzerinde etkili olan hormonları "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunda gördüğünüzü hatırlamanız öğrenmenizi kolaylaştıracaktır.

Ayrıca büyüme ve gelişmede rol oynayan büyüme hormonu ve eşeysel hormonlar da kemik oluşumu ve gelişmesi üzerinde etkilidir. C vitamini, kemik dokudaki kolajen liflerin üretimi için gereklidir. D vitamini, kalsiyum ve fosforun bağırsaklarda emilimini ve kemiklere geçişini hızlandırır. A vitamini, osteoblast ve osteoklastların etkileşimleri ve aktiviteleri için gereklidir. Eksikliğinde kemiklerin büyüme hızı yavaşlar. A, C ve D vitamini bu sebeplerle kemik oluşumu ve gelişimi üzerinde etkilidir. Bireyin genetik özellikleri, dengeli beslenmesi ve hareketli yaşam tarzı da kemiğin oluşumu ve gelişmesine etki eden faktörlerdendir.

1.2.1.2. Kıkırdak Doku

Memelilerin embriyonik dönemlerindeki ilk iskelet yapısı kıkırdak dokudan meydana gelir. Kıkırdak doku destek dokudur ve esnek bir yapıya sahiptir. Başlangıçta kıkırdak dokudan oluşan iskelet yapısı, sonradan minerallerin birikmesiyle zamanla sertleşerek kemik dokuya dönüşür. Kıkırdak dokuda kan damarları bulunmaz. Hücrelerin beslenmesi doku sıvısına sızmış olan besinlerle sağlanır. Kıkırdak doku hücrelerinin, metabolizma hızları düşüktür. Dokuyu oluşturan hücrelere **kondrosit**, bu hücrelerin arasındaki maddeye ise **kondrin** adı verilir. Kondrosit hücreleri, **kondroblastlar**ın olgunlaşmasıyla meydana gelen küre veya oval şekilli hücrelerdir. Bu hücreler bir **kapsül** içinde yer alır (Görsel 1.49). Kapsül içinde birden fazla hücre varsa bu hücreler bir grup oluşturur ve bu hücre grupları **kondron** olarak adlandırılır. **Kondrin** adı verilen ara maddede, kolajen ve elastik yapılı lifler bulunur. İçeriğindeki liflerin yapısına ve yoğunluğuna göre kıkırdak doku; **hiyalin kıkırdak**, **elastik kıkırdak** ve **fibröz kıkırdak** olmak üzere üçe ayrılır:



Görsel 1.49: Kıkırdak doku hücreleri

Hiyalin kıkırdak ara maddesi saydam görünümlü ve homojen yapılıdır. Kolajen lifler içerir. Embriyonik dönem iskeletini oluşturan ve basınçlara karşı dayanıklı olan kıkırdak çeşididir. Vücutta soluk borusu, bronşlar, burun, kaburga uçları ve eklem başlarında bulunur.

Elastik kıkırdak; elastik lifler taşıyan, bükülebilir kıkırdak çeşididir. Kulak kepçesi, kulak yolu, östaki borusu, epiglottis (gırtlak kapağı) elastik kıkırdaktan oluşur.

Fibröz kıkırdak; ara maddesinde bol miktarda kolajen lif içeren, basınca en dayanıklı kıkırdak çeşididir. Omurlar arası disklerde, köprücük kemiklerinin ekleminde, diz ekleminde ve kalça ekleminde bulunur.

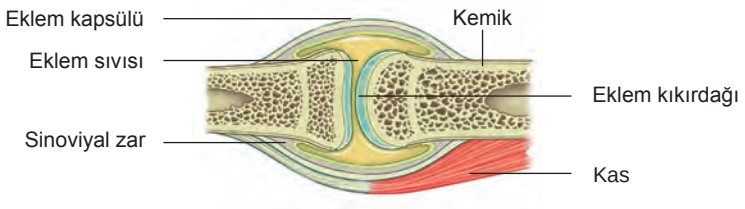
1.2.1.3. Eklemler

Kemikler uç uca geldiklerinde işlevlerine ve hareket durumlarına göre birbirleriyle bağlantı yapar. Kemiklerin birbirleriyle bağlantı kurdukları yere **eklem** denir. Hareket derecelerine göre; **oynar eklem**, **az oynar eklem** ve **oynamaz eklem** olarak adlandırılır.

Oynar eklem, kol ve bacak kemiklerinin hareketini sağlayan eklem çeşididir. Üye iskeletinde, oynar eklem kuran kemiklerin üzerinde **eklem kıkırdağı** denen hiyalin kıkırdak bulunur. Oynar eklemlerde bağ dokudan yapılmış **eklem kapsülü** vardır. Kapsülün içi **eklem zarı**yla **(sinoviyal zar)** çevrilidir. Bu zar, eklem boşluğuna hareketi kolaylaştıran ve kayganlık sağlayan **eklem sıvısı**nı (sinoviyal sıvı) salgılar (Görsel 1.50). Sinoviyal sıvı, eklem yüzeylerinin aşınmasını önler. Oynar eklemlerde iki kemiği birbirine bağlayan yapılara **ligament** (eklem bağı) denir. Ligamentler, eklemlerin dayanıklı ve kuvvetli olmasını sağlar.

Araştıralım-Paylaşalım

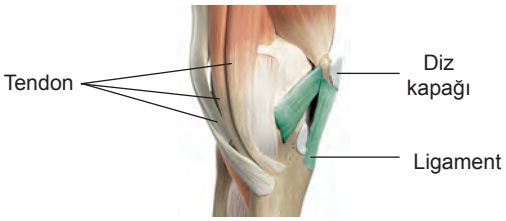
Kırık, çıkık, burkulma, menisküs ve eklem rahatsızlıkları yaşayan insanlara nasıl yardımcı olabileceğinizi araştırınız. Sunum hazırlayarak sınıfınızda paylaşınız.



Görsel 1.50: Oynar eklemde eklem kapsülü

Az oynar eklem; boyun omurları, sırt omurları ve bel omurları arasındaki hareketi sınırlı olan eklem çeşididir. Bu eklemde eklem kapsülü ve eklem sıvısı yoktur. Eklem yapan kemikler arasında fibröz kıkırdaktan oluşmuş diskler bulunur. Diskler, sürtünmeye bağlı olarak oluşabilecek aşınmayı önler.

Oynamaz eklemde, eklem kapsülü ve eklem sıvısı yoktur. Kemikler birbirine hareket etmeyecek şekilde bağlanmıştır. Kafatası kemikleri, sağrı ve kuyruk sokumu kemikleri birbirine oynamaz eklemle bağlıdır.



Görsel 1.51: Tendon ve ligament

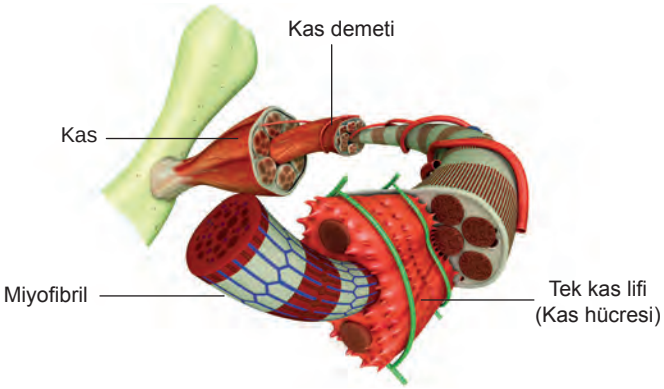
Bilgi Notu

Tendon: Kasları kemiklere bağlayan bağlara tendon denir. Gerilmeye dayanıklı esnek yapılıdır. Çok uzun süre gerilme, aşırı yüklenme gibi sebeplerle tendon hasar görür hatta kopabilir. İyileşmesi zordur. Kalıtsal yapı, sağlıksız beslenme tarzı ve yaşam koşulları, bu hasarı arttırabilir.

Tendon (kas kirişi), fibröz bağ doku çeşididir ve çizgili kasları kemiğe bağlar (Görsel 1.51). Tendonlar kasılmaz.

1.2.2. Kas Sistemi

Kimyasal enerjiyi, mekanik enerjiye dönüştüren sistemdir. Kasılabilirlik birçok hücre tipinde görülebilen bir özelliktir. Ancak bu özellik kas hücrelerinde çok yüksek seviyelerde gerçekleşir. Sistem kasıldığında güç, enerji ve ısı üretir; böylece hareket meydana gelir. Hareketler kasılma ve gevşeme şeklinde gerçekleşir. Kaslar, aynı zamanda vücudu ve organları çevreden gelebilecek darbelere karşı koruyarak destek görevini de üstlenir. Kasın durumunun değerlendirilmesinde, sinir ileti hızı hesaplanmasında, refleks muayenelerinde kullanılan kasın elektriksel aktivitesinin yazdırılmasına **elektromiyogram (EMG)** denir.



Görsel 1.52: Kas lifinin yapısı

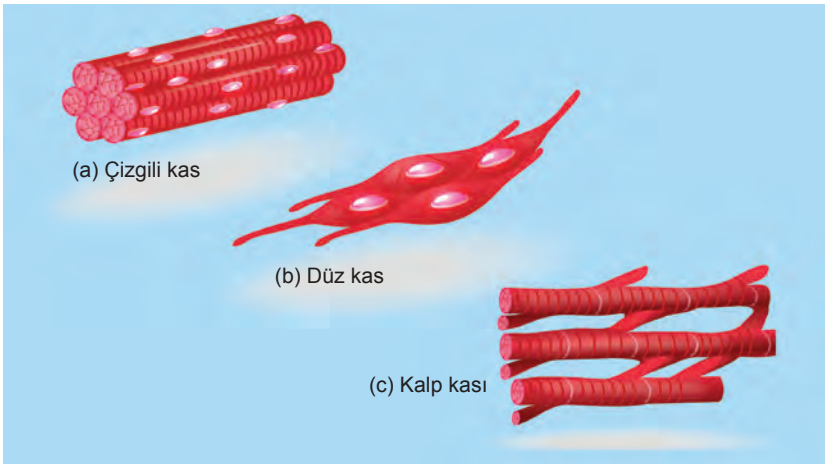
Kas doku hücreleri, diğer bazı doku hücrelerine göre değerlendirildiğinde daha uzundur; bu şeklinden dolayı **kas lifi (kas hücresi)** adını alır. Kas doku hücrelerinin zarına **sarkolemma**, sitoplazmasına **sarkoplazma**, endoplazmik retikulumuna **sarkoplazmik retikulum** denir. Hücrelerin enerji ihtiyacı fazla olduğu için sarkoplazmada çok sayıda mitokondri ve sarkoplazmik retikulum bulunur. Ayrıca sarkoplazmada kasılıp gevşeme özelliği olan, birbirine paralel uzanmış **miyofibril** denilen telcikler vardır. Miyofibriller, **aktin** ve **miyozin** adı verilen protein iplikçiklerden (**miyofilament**) oluşmuştur. Aktin birbiri üzerine sarmal yapmış iki protein zinciridir. Her aktin molekülünde miyozin ve kalsiyum iyonları için bağlanma yeri vardır. Miyozin moleküllerinin her biri büyük küresel başla sonlanmış, birbiri üzerine sarılı iki protein zinciridir.

Bilgi Notu

Miyofibril: Kas dokusunda bulunan ve kas dokusunun en önemli özelliği olan kasılmayı ve gevşemeyi sağlayan protein iplikçiklerinin oluşturduğu topluluktur. İnce aktin filamentleri ve kalın miyozin filamentleri içeren miyofibriller, kas hücresinde uzunlamasına demetler biçiminde görülür.

Kas dokuyu oluşturan miyofibriller açık ve koyu bölgelerden oluşan **bantlaşma** şeklinde görülüyorsa **çizgili kas** adını alır. İskelet kasları ve kalp kası çizgili kas yapısındadır. Miyofibrilleri bantlaşma yapmayan kaslar ise **düz kas** olarak isimlendirilir (Görsel 1.53).

UYARI ! *Aktin ve miyozin olarak adlandırılan miyofilamentler, tüm kas çeşitlerinde kasılıp gevşemeyi sağlayan yapılardır.*



Görsel 1.53: Kas tipleri

1.2.2.1. İskelet Kasları (Çizgili Kaslar)

Hücreleri uzun silindirik yapıda ve çok sayıda miyoblast (olgunlaşmamış kas hücreleri) zarının kaynaşmasıyla oluşan çok çekirdekli yapıdadır. Çekirdekleri miyofilamentlerin düzenlenmesi sırasında hücrenin kenarına itilir. Hücrelerin sarkoplazmasında **miyoglobin** denilen ve demir içeren bir protein vardır.

Miyoglobin, geçici oksijen deposudur. Bu kaslar, kalın ve miyelinli **somatik sinirler** tarafından uyarılır. Çalışmaları ve hareketleri organizmanın iradesine, isteğine bağlıdır. Çizgili kaslar düzenli şeritler hâlinde görülür. Bu duruma bantlaşma adı verilir. Bu kaslar, kemiklere tendonlarla bağlanır.

Her kas lifi ayrı ayrı sinir uçlarıyla uyarıldığı için düz kaslara göre daha hızlı çalışır ancak çabuk yorulur. Kol ve bacak kasları çizgili kaslardır. En çok etkisinde kaldığı hormon adrenalindir. Adrenalin ve noradrenalin hormonları, çizgili kaslardaki glikojenin yıkımını hızlandırarak üretilen kimyasal enerji miktarını arttırır. Ayrıca bu hormonlar, çizgili kaslara giden damarları genişleterek kasların beslenmesini de arttırır.

UYARI ! *Kas hücrelerinin oluşumu embriyonik dönemde tamamlanır. Yetişkinlerde çizgili kas hücrelerinin bölünme yetenekleri yoktur. Ağırlık kaldırma gibi kas geliştirici yöntemlerle var olan kas hücrelerinin büyümesi sağlanır.*

Egzersizlerle kas hücresi sayısı arttırılamaz. Yüzme, bisiklet sürme, uzun mesafe koşma gibi dayanıklılık isteyen sporlarla uğraşan kişilerde iskelet kası hücreleri; bol miktarda mitokondri, kan damarı ve miyoglobin içerir. Yorulmaya karşı dayanıklıdır. Halter kaldırma, kısa mesafe koşma gibi sporlarla uğraşan kişilerde ise kaslar kısa süreli işler için geliştiğinden daha az mitokondri, kan damarı ve miyoglobin içerir.

UYARI ! *İskelet kasları kemiklere tutunur. Vücudu desteklerken ve kol, bacak gibi yapıları hareket ettirirken aynı yönlü (sinerjist) ya da zıt (antogonist) yönlü çalışır.*

1.2.2.2. Düz Kaslar

Hücreleri iğ (mekik) şeklindedir. Hücre ortasında bulunan tek çekirdekleri vardır. Düz kasın aktin ve miyozin iplikçikleri, hücre boyunca düzenli sıralanmadığı için bantlaşma görülmez. Düz kaslar, **otonom sinirler**le uyarılıp çalıştırılır. Hücrelerinin sadece bir kısmı sinir hücreleriyle bağlantılı olduğundan bu kaslar uyarıldığında uyarılan düz kas hücrelerinde oluşan aksiyon potansiyeli diğer düz kas hücrelerine uyarıyı iletir. Bu kasların kasılmaları yavaş, istem dışı, ritmik ve uzun sürelidir. Uyartı, hücreden hücreye aktarıldığı için yavaş kasılırlar ve uzun süre kasılı kalabilirler. Kasılmayı kalsiyum iyonları başlatır.

Vücutta; idrar kesesi, sindirim kanalı, atar ve toplardamarlar, üreme kanalı, göz vb. yapılarda düz kas bulunur. Adrenalin, noradrenalin, oksitosin, ADH ve asetilkolin hormonları düz kasların çalışmasını etkileyen hormonlardır.

UYARI ! *Düz kasın anatomisinden ve kasılma mekanizmasından kaynaklanan ekonomik enerji tüketimi, organların ve düz kasa sahip yapıların görevlerini sürekli yapabilmesi için önemlidir.*

1.2.2.3. Kalp Kası

Yan dallanmalar yapan kısa silindirik hücrelerden oluşmuştur. Birbirine komşu olan kalp kası hücrelerinin plazma zarları, hücreler arası disklerle birbirine bağlanmıştır. Diskler, hücreler arasında doğrudan elektriksel bağlantı sağlar. Böylece bir bölgede bulunan özelleşmiş hücreler tarafından oluşturulan aksiyon potansiyeli, tüm kalp kası hücrelerine yayılır ve kalbin kasılması sağlanır. Yapısı çizgili kaslara, çalışması düz kaslara benzer.

Kalp kası hücreleri ritmik olarak depolarizasyona yol açan iyon kanallarına sahiptir. Ritmik depolarizasyon, sinir sisteminden bilgi gelmeden aksiyon potansiyellerini tetikler. Kalp kası hücrelerinin aksiyon potansiyelleri iskelet kası liflerinden 20 kat daha uzun sürer.

Bilgi Notu

Kardiyovasküler sistem: Atardamarlar, kılcal damarlar ve toplardamarların dallanarak oluşturdukları ağ ile kalpten meydana gelen kapalı dolaşım sistemine kardiyovasküler sistem denir.

Embriyonik dönemin 4. haftasında çalışmaya başlayan kalp kası ömür boyu çalışmaya devam eder. Adrenalin ve noradrenalin, **kardiyovasküler sistem** üzerinde kalp atım hızını arttırıcı etki gösterir.

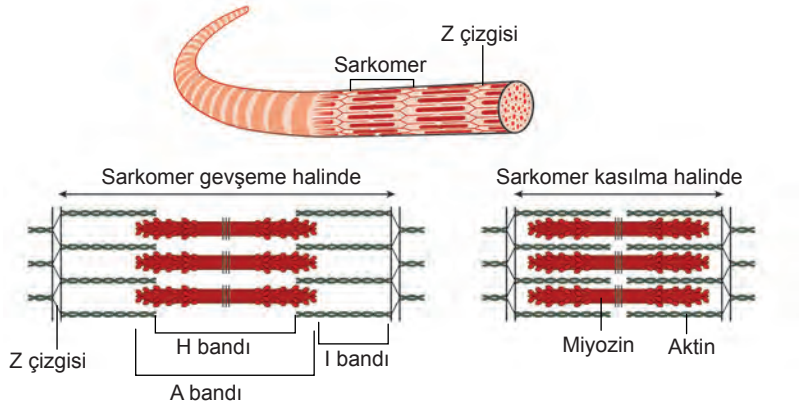
1.2.2.4. Huxley'in Kayan İplikler Modeli (Çizgili Kasın Kasılma Modeli)

İskelet kası kas demetlerinden, kas demetleri çok çekirdekli kas liflerinden, kas lifleri miyofibrillerden, miyofibriller ise miyofilamentlerden oluşur. İki tip miyofilament vardır: Mikroskopta kalın görünen ipliklere miyozin, ince görünen ipliklere aktin denir. Miyozin ipliklerinin baş kısmında **ATP az** enzimi bulunur ve aktini yakaladığında ATP'yi parçalar. Aktinler, **troponin** ve **tropomiyozin** proteinleri içerir ve troponin-tropomiyozin kompleksi kasın gevşemesi sırasında görev alır. Aktinlerin bağlandığı zara **Z çizgisi** denir. Mikroskopta bakıldığında iki Z çizgisi arasında sadece aktin ipliklerinin görüldüğü alana **I bandı**, miyozin ipliklerinin boydan boya bulunduğu alana **A bandı**, A bandının nerdeyse tam ortasında sadece miyozin ipliklerinin görüldüğü alana ise **H bandı** denir. İki Z çizgisi arasında kalan kasın kasılma birimine **sarkomer** adı verilir (Görsel 1.54).

Bilgi Notu

Troponin: Tropomiyozin proteinlerinin yanları boyunca aralıklı olarak yerleşmiş, gevşek olarak birbirine bağlı üç alt birimden meydana gelen moleküle troponin denir. Kasın kasılmasında ve gevşemesinde etkisi vardır.

Huxley'in (Haksley) kayan iplikler modeline göre kas kasılması sırasında sarkomerde, aktin iplikleri miyozin ipliklerine doğru kayarak hareket eder. Kasılma fiziksel, mekanik ve kimyasal uyaranlarla gerçekleşebilir. Kasılma, kas hücrelerinde sinir hücrelerinde olduğu gibi **"ya hep ya hiç"** kuralına göre çalışır. Eşik değer ve üstünde bir uyarı geldiğinde iki Z çizgisi ve aktin iplikleri birbirine yaklaşır. I bandı daralır, H bandı kaybolur ve sarkomerin boyu kısalır. Miyozin ve aktin ipliklerinin, A bandının boyu değişmez (Görsel 1.55). Kasın boyu kısalır, eni artar hacmi değişmez.



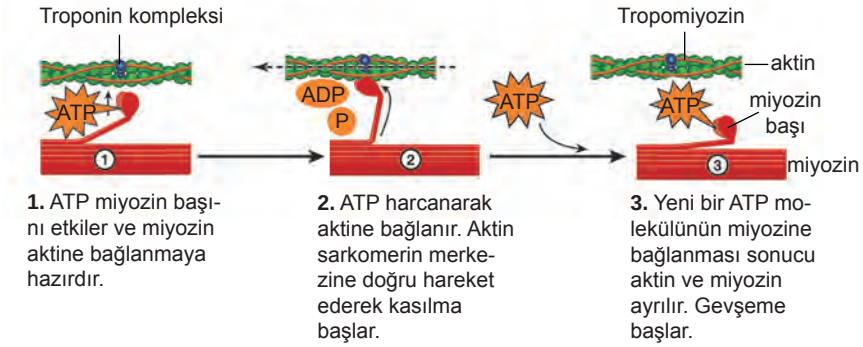
Görsel 1.54: Çizgili kas yapısı ve kasılması

Bilgi Notu

Motor plak: Bir motor nöronun akson ucunun kas lifine bağlandığı yere motor plak denir. Tek bir motor sinirin uyardığı bütün kas tiplerine birden motor birim denir. Motor birimler "ya hep, ya hiç" kuralına göre kasılır.

1.2.2.5. Kasılma Sırasında Gerçekleşen Kimyasal Olaylar ve Kasılma Mekanizması

Motor nöronlarla kas liflerine eşik değer ve üzerinde bir uyarı geldiğinde **motor plak**tan sinaptik boşluğa asetilkolin salgılanır. Asetilkolin salgısı, kas lifi zarlarındaki sodyum kanallarını açar ve kas lifinin içine sodyum girişi gerçekleşir. Böylece kas lifi depolarize olur.



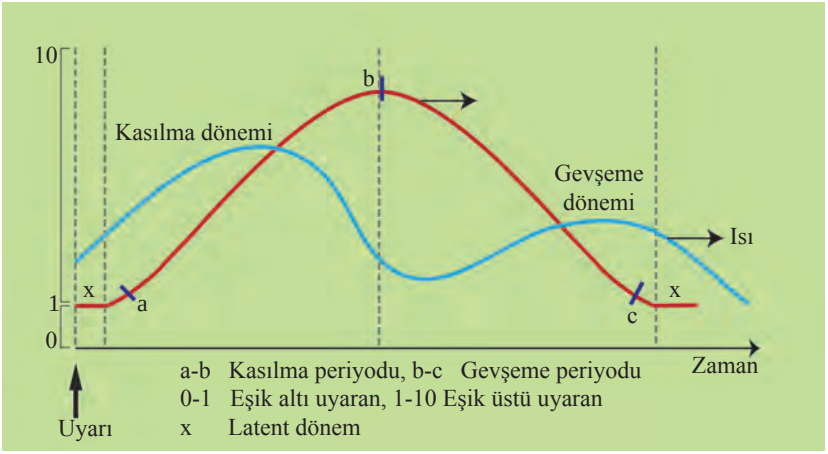
Görsel 1.55: Çizgili kasın kasılması sırasında gerçekleşen kimyasal olaylar

1. Kas lifinde aksiyon potansiyeli başlar ve aksiyon potansiyeli lif boyunca devam eder. Depolarizasyon kas lifinin merkezine ulaştığında sarkoplazmik retikulumdaki kalsiyum iyonlarının aktin ve miyozin iplikleri arasına bırakılmasına neden olur. Kalsiyum, troponin molekülüne bağlanarak aktin üzerindeki tropomiyozin molekülünü etkiler (**troponin-tropomiyozin kompleksi**) ve aktinin miyozine bağlanma bölgeleri serbest hâle gelir.

2. Miyozinin baş kısmındaki ATP az enzimi ortamdaki ATP'yi parçalayarak açığa çıkan enerjiyle miyozini aktine bağlar. Böylece **aktin-miyozin kompleksi** oluşur. Her bir kasılma sırasında bu döngü birçok kez ve hızlı bir şekilde gerçekleşerek kasın kasılması sağlanır. Kasın tek bir aksiyon potansiyeline bağlı olarak kasılması ve bunu izleyen gevşemesine **kasılma periyodu** denir. (Grafik 1.1 a-c periyodu)

Kaslar, dinlenme hâlindeyken bir miktar kasılı (kas tonusu hâli) hâldedir. Bunu orta beyin kontrol eder. Bu, aynı zamanda latent (sessiz) evredir (Grafik 1.1 x). Kasılma, kaslar kas tonusu durumunda iken başlar (Grafik 1.1 a noktası). Kasılma sırasında grafikteki b noktasına kadar sarkomer boyu kısalır. İki Z çizgisi, miyozin iplikleri-nin uçlarına dayanır.

3. Kasılma sonlandırılırken bir saniyeden kısa süre içinde kalsiyum iyonları enerji harcanarak sarkoplazmik retikuluma geri döner. Aktin üzerindeki troponin-tropomiyozin kompleksi, ardından da aktin-miyozin kompleksi bozulur. Buna **gevşeme dönemi** denir (Grafik 1.1 b-c periyodu). Böylece kas lifi yeniden uyarı almaya hazır hâle gelir.



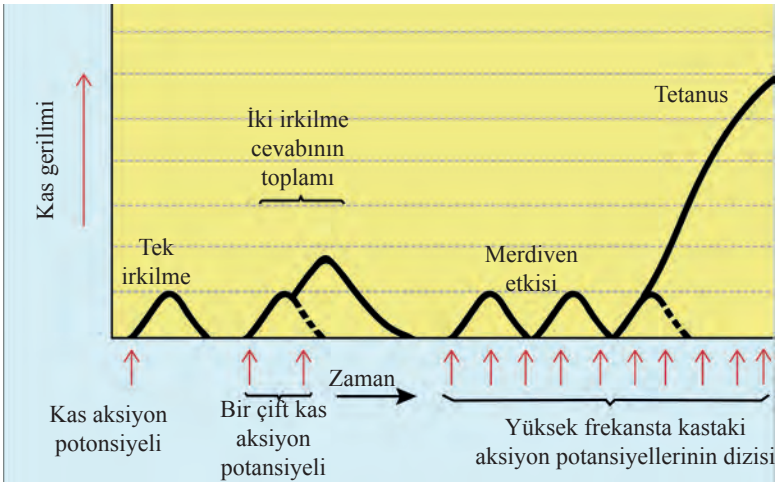
Grafik 1.1: Kasın kasılma grafiği

UYARI ! *Ölümden birkaç saat sonra bütün vücut kasılı hâlde kalır. Buna **ölüm katılığı** denir. Bunun nedeni kasın gevşemesi için gereken enerjinin olmamasıdır. Tüm hücrelerin lizozomları (otoliz) parçalanıp enzimlerinin dokuya dağılmasıyla çözünme başlar. Çözünme yüksek sıcaklıkta daha hızlı gerçekleşir.*

UYARI ! *Kas dokusunda gerimi (kasılma gücü) uyaranın sıklığı, etkin motor plak sayısı, kas uzunluğu (boy-gerim ilişkisi) ve kasılma hızı etkiler.*

Araştıralım-Paylaşalım
Kaslarda oluşan tetani ile krampların fizyolojileri birbirinden farklıdır. Krampların oluşma fizyolojisini araştırarak sonuçlarını sınıfınızda paylaşınız.

İskelet kaslarında uyaranın şiddeti arttıkça kasılma tepkisi artar. Merkezî sinir sistemi kas kasılması için bir uyarı gönderdiğinde önce küçük birimler uyarılır. Uyarının şiddeti ve kuvveti arttığında daha büyük birimler uyarılır. Büyük kas birimlerinin kasılma kuvveti büyük adımlar atmaya ya da koşmaya benzer. Bir kâğıdı tutarken kasılan lif birim sayısı ile dolu bir bavulu kaldırırken kasılan lif birim sayısı birbirinden farklıdır. Küçük kas birimleri daha çabuk uyarılabilir. Bu uyarılmayı omurilik sağlar. Omurilik, eş zamanlı kasları yönettiği için kasılma başladığında kaslar birbirini takip eder ve düzgün bir kasılma meydana gelir (Grafik 1.2).

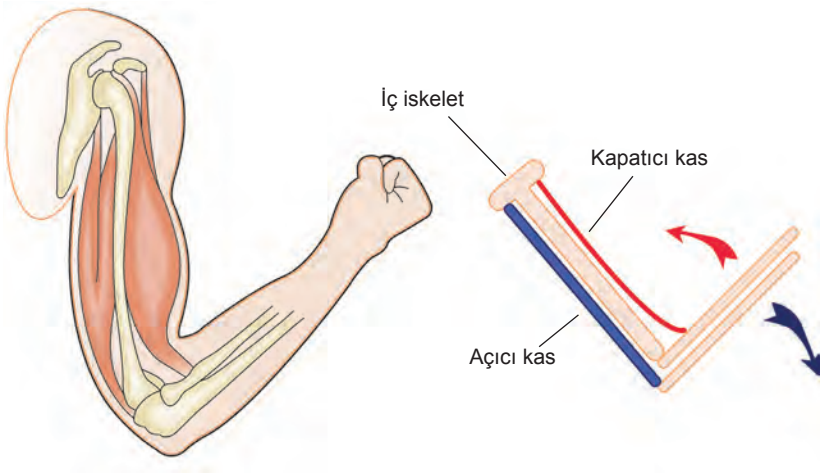


Grafik 1.2: Kasta oluşan farklı aksiyon potansiyelleri

Kas liflerine aralıksız ve aşırı uyarı verildiğinde kas maksimum seviyede ve hiç gevşemeden kasılır. Buna **tetani** veya **fizyolojik tetanus** denir. Bu durum yorgunluk oluşuncaya kadar devam eder. Kalp kasında hiçbir zaman tetanus oluşmaz.

Tetani olmayan ardışık uyaranların kaslarda güç oluşturmasına **merdiven etkisi** denir. Bu tip kasılmada Ca^{+2} iyonlarının hepsi sarkoplazmik retikuluma dönmez. Böylece her kasılmada daha fazla kas birimi kasılır. Bu durum sporcuların oyuna çıkmadan önce ısınma hareketleri yapmasına örnektir.

İskelet kasları, yük kaldırmadığı zamanlarda daha hızlı kasılır. Yük arttıkça kasılma hızı azalır. Kasılma kuvveti ile yük eşitlendiğinde kasılma hızı sıfır olur. Yükün oluşturduğu kuvvetin yönü ile kasın oluşturduğu kuvvet yönü birbirine zıttır. Uyarı ve aktivasyon olmasına rağmen kasılma oluşmaz. Örneğin kaldıramayacağınız bir yükü kaldırmaya çalışırken elinizden istemeden de olsa yükü bırakırsınız. Bir yere asıldığınızda ise kolunuz bedeninizi kaldırmaya çalışırken bir süre sonra sizi bırakır, kas uyarılmıştır, aktivasyonu vardır ama artık kol, yükü kaldıramıyordur. Bu durumda tutunduğunuz yerden düşersiniz.



Görsel 1.56: Antagonist kas kasılması ve yükün taşınması

Beyin ve omuriliğin motor kontrol merkezleri birbirine zıt çalışan (antagonist) kasları da yönetir. Bu kaslara en güzel örnek kol ve bacak kaslarıdır. Görsel 1.56'da olduğu gibi eklemin bir tarafındaki uzun kas diğer tarafındaki kısa kastan daha kuvvetli kasılır.

Hatırlatma

Fizik dersinin içeriğinde olan vektörler, dinamik, denge ve moment konularındaki bilgilerinizi hatırlamanız, iskelet kaslarının kasılma kuvveti ve yük arasındaki ilişkiyi anlamanızı kolaylaştıracaktır.

UYARI ! *Zıt çalışan kaslar sayesinde iş ve hareket ortaya çıkar. Birbiriyle aynı yönlü çalışan kaslar sayesinde ise ayakta durma gerçekleşir.*

Kas kasılarak bir yük kaldırdığında iş yapar. Burada işin tanımı yükün hareket mesafesiyle çarpımı anlamına gelir.

Kaslar bir yükü, belli bir mesafeye kadar taşımak için gerekli enerjiyi nereden karşılar? Bu soruyu, kasın kasılma mekanizmasına göre sormak gerekirse yanıt bulmamız gereken iki soru belirir: Birinci soru, aktin iplikleri, miyozin iplikleri üzerinde kaymak için gereken enerjiyi nereden karşılar? İkinci soru ise sarkoplazmaya dağılan kalsiyum iyonlarını geri toplayıp sarkoplazmik retikuluma sokmak için gereken enerji nereden gelir? İki soruyu birleştirip başka bir biçimde soracak olursak; kasın her uyarıyı alıp yeniden kasılacak hâle, aksiyon potansiyeline dönmesi için gereken enerjinin kaynağı nedir?

Hatırlatma

Fizik dersinin içeriğinde olan iş ve enerji konularındaki bilgilerinizi hatırlamanız, iskelet kaslarının kasılma kuvveti ve yük arasındaki ilişkiyi anlamanızı kolaylaştıracaktır.

Kas liflerinin sitoplazmasındaki **ATP**, tam kasılmayı ancak 1-2 saniye sürdürebilir. ATP, ADP'ye dönüştüğünde yeniden fosforile olmak zorundadır. Bunun için ilk kaynak yine burada bulunan **kreatin fosfat**tır. Kreatin, kas hücrelerinde bir mol ATP'den daha fazla enerji depolayan moleküldür. Kreatin fosfatın, fosfatı ayrılarak fosfat, ADP'ye aktarılır ve ATP oluşumu sağlanır. Kasta kreatin fosfattaki enerji, kasın 5-8 saniye daha kasılmasını sağlayabilir.

Bilgi Notu

Kreatin: Kas kasılması için kas hücrelerinde kreatin fosfat olarak depo enerji kaynağını oluşturan, azotlu bir organik bileşiktir. Kas kasılması sırasında hücre içi ATP seviyesini sürdürmek için kreatin fosfat, ADP'ye yüksek enerjili fosfat grubunu verir. Kreatin böbrekte, karaciğerde ve pankreasta üretilir. Fazlası böbrekten atılır. Kandaki bu molekülün değeri böbreklerin iyi çalışıp çalışmadığı hususunda belirleyicidir.

ATP ve kreatin fosfatın yeniden oluşmasını sağlayacak ikinci önemli enerji kaynağı kas hücrelerinde depolanan **glikojen**dir. Glikojen hidrolizle glikoza parçalanır. Glikoz oksijenli solunum ya da glikolitik yolla ATP üretiminde kullanılır. Glikozlar (6 karbonlu) hızla pirüvik aside (3 karbonlu) ve laktik aside (3 karbonlu) dönüşür. Buradan açığa çıkan enerji hemen ADP'ye aktarılarak kasılmanın devam etmesi sağlanır. Bir yandan da kreatine, fosfat aktarılarak kreatin fosfat depoları yeniden oluşturulur. Oksijenin yeterli olmadığı durumlarda glikoz, pirüvik aside oradan da laktik aside dönüşür. Laktik aside dönüşüm iki açıdan önemlidir:

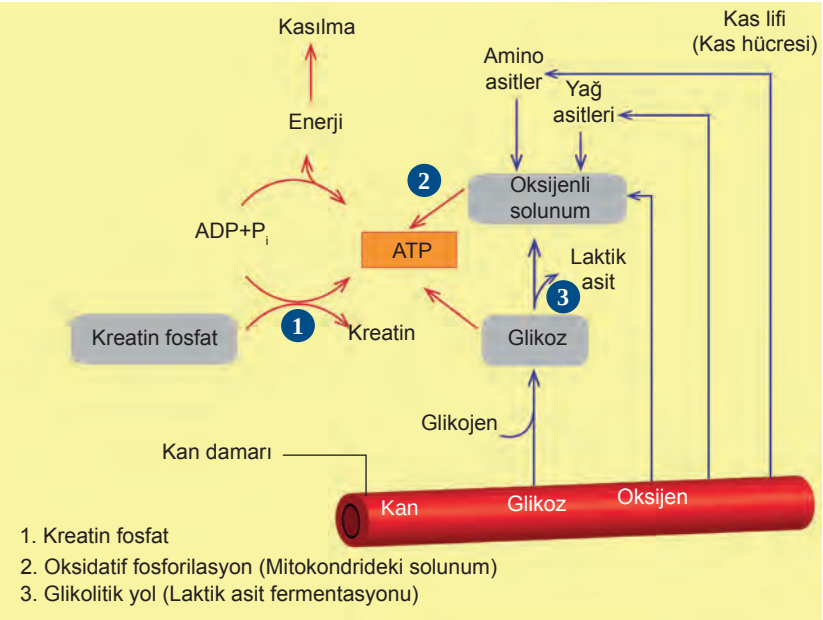
a. Pirüvik asit oluşumu, oksijenin yetersiz olduğu zamanlarda da gerçekleştiğinden üretilen enerjiyle kasılma devam eder.

b. Oksijensiz solunum reaksiyonlarında, hücrede oksijenle üretilen enerjiden çok daha hızlı enerji üretilir. Böylece bu dönüşüm reaksiyonlarıyla yaklaşık bir dakika daha kasın kasılması desteklenebilir.

UYARI ! *Kas uzun süre kasılırsa depoladığı glikojen miktarı azalır. Azalmaya bağlı olarak tükenen enerji kaynağı, sinyalleri getiren nöronların sinaptik yorulmaları, kastan geçen kan akımının azalması, besin sağlanamaması ve özellikle oksijen oranının düşmesi **kas yorgunluğu**na neden olur.*

Üçüncü enerji kaynağımız ise **besin monomerleri**nin hücrede oksijenle parçalanmasıdır. Bu parçalanmada oluşan pürivik asit, yıkım reaksiyonlarına devam eder. Böylece daha fazla ATP sentezi sağlanır. Uzun süren kas kasılmalarında kullanılan enerjinin yaklaşık %95'inden fazlası bu enerji kaynağından karşılanır. Burada kullanılan enerji kaynağı besinler; karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerdir (Görsel 1.57).

Yağların kasta tüketilmesi için uzun süren kas aktivitesi yapılmalıdır.



Görsel 1.57: Kasın kasılması sırasında kullandığı enerji kaynakları

UYARI ! *Kasın kasılması sırasında ATP, kreatin fosfat, oksijen, glikoz ve glikojen azalırken; ADP, fosfat, karbondioksit, laktik asit ve ısı artar.*

1.2.3. Destek ve Hareket Sisteminin Hastalıkları ve Sağlığının Korunması

İskelet yapısında en sık görülen hastalıklardan biri eklem romatizması olarak bilinen **romatoid artrit**tir. Yaygın olarak el, ayak eklemleri ve el bileğinde görülür. Daha çok sabahları eklemlerde ağrı ve sertlik, şişme, kızarıklık ve yanma hissi veren bir hastalıktır. Ayrıca eklem şeklinin bozulması, kişide görülen halsizlik, ateş, kansızlık, cildinin altında görülen yumrular şeklinde belirtileri vardır. Hastalığın nedeni olarak genetik yatkınlık gösterilmekle birlikte çevresel faktörlerin (sigara içilmesi, geçirilen enfeksiyonlar vs.) de etkili olduğu düşünülmektedir. Eklem ve çevresinde gelişen iltihaplanma zamanla eklemdeki kıkırdak, kemik ve bağlarda hasara yol açar. Hatta uygun zamanda tedavi edilmezse sakat kalmaya neden olabilir.

Bilgi Notu

Romatoid artrit: Artrit, eklem iltihabı anlamına gelir. Eklemlerin, öncelikle tutulmasıyla başlayıp birçok organ ve sisteme yayılabilen otoimmün (kişinin bağışıklığını sağlayan hücrelerin kendi dokularına saldırması) hastalığa, romatoid artrit denir.

Görsel 1.58: (a) Bacak kemiğinde görülen bozulmalar, (b) ellerde görülen bozulmalar

Bir diğer iskelet hastalığı kireçlenme olarak bilinen **osteoartrit**tir. Bu hastalık, karşılıklı duran iki eklem kıkırdağının yıpranıp alttaki kemik dokunun çıkması ve eklem sıvısının azalmasıyla ortaya çıkar. Bu bakımdan eklemlerde kireç biriktiğini düşünmek, bu hastalık hakkında oluşmuş yanlış bir inanıştır. Hareket sırasında duyulan kıtırt sesi, kemik çıkıntıların doku yüzeyinden görülmesi, harekete bağlı ağrı artışı gibi belirtileri vardır. Teşhisi röntgen çekilerek yapılabilir. Yük binen ve çok sık kullanılan eklemlerde daha çok görülür. Bunun yanında, obez kişilerde, profesyonel olarak futbol , tenis oynayanlar ile uzun mesafe koşucularında hastalığın görülme sıklığı daha fazladır.

Araştıralım-Paylaşalım

Bir engeli nedeniyle (yaşlılık, hastalık, hamilelik, yük taşıma vb.) yapmakta olduğu bir eylemi gerçekleştiremeyen veya zorlanan bir kişiye ihtiyacı olan yardımı ulaştırmak için neler yapabilirsiniz? Bu yardım yapıldığında yardımı yapan ve yardımı alan kişiler neler hisseder? Yorumlayınız, paylaşınız. İyi örneklerinizi kamu spotu oluşturarak okulunuzda paylaşınız.

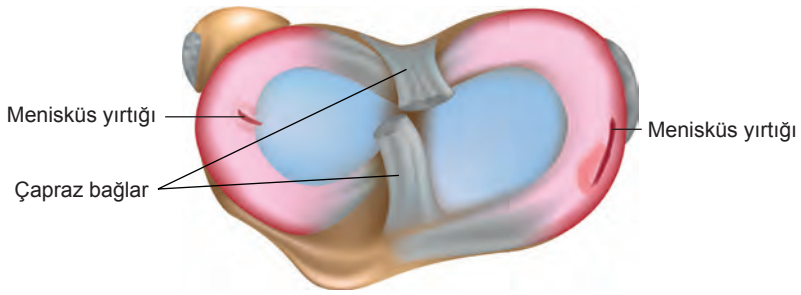
Romatoid artrit ve osteoartrit hastalıklarının başlangıç evrelerinde; ilaç tedavisi, eklemleri zorlayacak hareketlerden kaçınma, besin takviyesi, fiziksel egzersizler gibi yöntemlerle hastalık sürekli takip edilir. İlerleyen evrelerde ise uygun cihazlar hastanın eklem bölgesine, cerrahi yöntemlerle nakledilerek tedavi sağlanabilir.

Kemik hastalıklarından bir diğeri ise kemiklerdeki mineral eksilmesinden kaynaklanan ve tanınan bir hastalık olan **osteoporoz**dur (**kemik erimesi**). Kemik doku ara maddesindeki organik madde miktarındaki azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan kemik zayıflığıdır. Genellikle kırklı yaşlardan sonra görülmeye başlar ve erkeklere oranla kadınlarda bu hastalığa daha sık rastlanır. Hareketsiz yaşam, kötü beslenme, östrojen hormonunun azalması (menopoz) gibi etkilerle birlikte protein metabolizması yetersizliğine bağlı bulunan pek çok hastalık, osteoporoza neden olabilir. Kemik yoğunluğu ölçülerek hastalık tespit edilir. Tedavi edilmezse iyileşmeyen kırıklara yol açabilir. Hastalıktan korunma yolu kalsiyum, magnezyum ve fosfor minerallerini ve D vitamini içeren besinleri vücudun ihtiyacı kadar her yaşta tüketmek ve düzenli egzersiz yapmaktır.

Araştıralım-Paylaşalım

Destek ve hareket sisteminin sağlığı açısından sporun, beslenmenin ve uygun duruşun önemini sınıfta tartışınız. Tartışma sonuçlarını broşür hazırlayarak okulunuzda paylaşınız.

Menisküs, diz ekleminin ortasındaki kıkırdak parçadır. Eklem yüzeyini kaplayarak eklemi yastık gibi destekler. Dizde C şeklinde, iç ve dış olmak üzere iki menisküs bulunur. Menisküsler, kaval kemiğinin ortasına bağlanarak bu kemiğin uyluk kemiğiyle temasını sağlar. Ağır yük taşıma ya da **egzersiz**de diz eklemine binen yükü emerek etkiyi azaltır. Yük kaldırma sırasında vücut dizlerin üzerinde kuvvetlice döndürüldüğünde menisküs yırtığı oluşabilir. Yırtık, diz ekleminde ağrı, şişlik ve dizlerde kilitlenmeye neden olur. Ağrı ya da şişlik giderilinceye kadar soğuk uygulamak, bacak altına yastık yerleştirerek dizi yüksekte tutmak faydalı olabilecek tedavi yöntemleridir. Büyük yırtıklarda ise cerrahi müdahale, kaçınılmaz bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır.



Görsel 1.59: Diz kapağı ekleminde menisküs yırtığı

Kırık, çevreden gelen zorlanmalar nedeniyle veya özellikle yaşlılıkta kendiliğinden kemiğin anatomik bütünlüğünün bozulmasıdır. Kapalı ve açık kırık şeklinde iki çeşit kırık oluşabilir. Açık kırıkta deri bütünlüğü bozulurken kapalı kırıkta bozulmamıştır. İyileşme kırık oluştuğu anda başlar, düzenli kemik uçları birleşene dek devam eder. Kemik kırıkları, hücrelerde ölüme ve periostta yırtılmalara neden olabilir. Kırık kemik uçları; komşu dokulara ve damarlara zarar verebilir. Kırığın belirtileri arasında; harekette zorluk, hareketle artan ağrı, şekil bozukluğu, kanama ve morarma yer alır.

Çıkık, eklem yüzeylerinin kalıcı olarak birbirinden ayrılmasıdır. Zorlanmalar ve eklemde ters hareketler çıkık oluşumuna neden olur. Eklemde şişme, kızarma ve ağrı şeklinde belirti verir.

Burkulma, eklem yüzeylerinin zorlanmalar sonucu anlık olarak ayrılmasıdır. Belirtileri çıkıkla aynıdır. Kırık, çıkık ve burkulmalarda hareketi azaltacak yastık gibi destekleyiciler kullanılarak gerekli ilk yardım teknikleri konusunda sağlık ekibinden yardım alınmalıdır.

Bu hastalıklar dışında daha farklı durumlarla da karşılaşılmaktadır. Kasların uzun süre ve aşırı çalışması durumlarında; kas kütlesini arttırmak için yapılan aktivitelerde, aktin ve miyozin ipliklerinin, sarkomerin kasılma oranına bağlı olarak kas gelişir. Kas, sinirini kaybettiğinde normal boyutunu korumak için gerekli olan kasılma uyarısını alamaz. Yaklaşık iki ay içinde kasta dejenerasyon başlar, kas işlevini yitirir ve bulunduğu yerde yağ dokusu oluşmaya başlar.

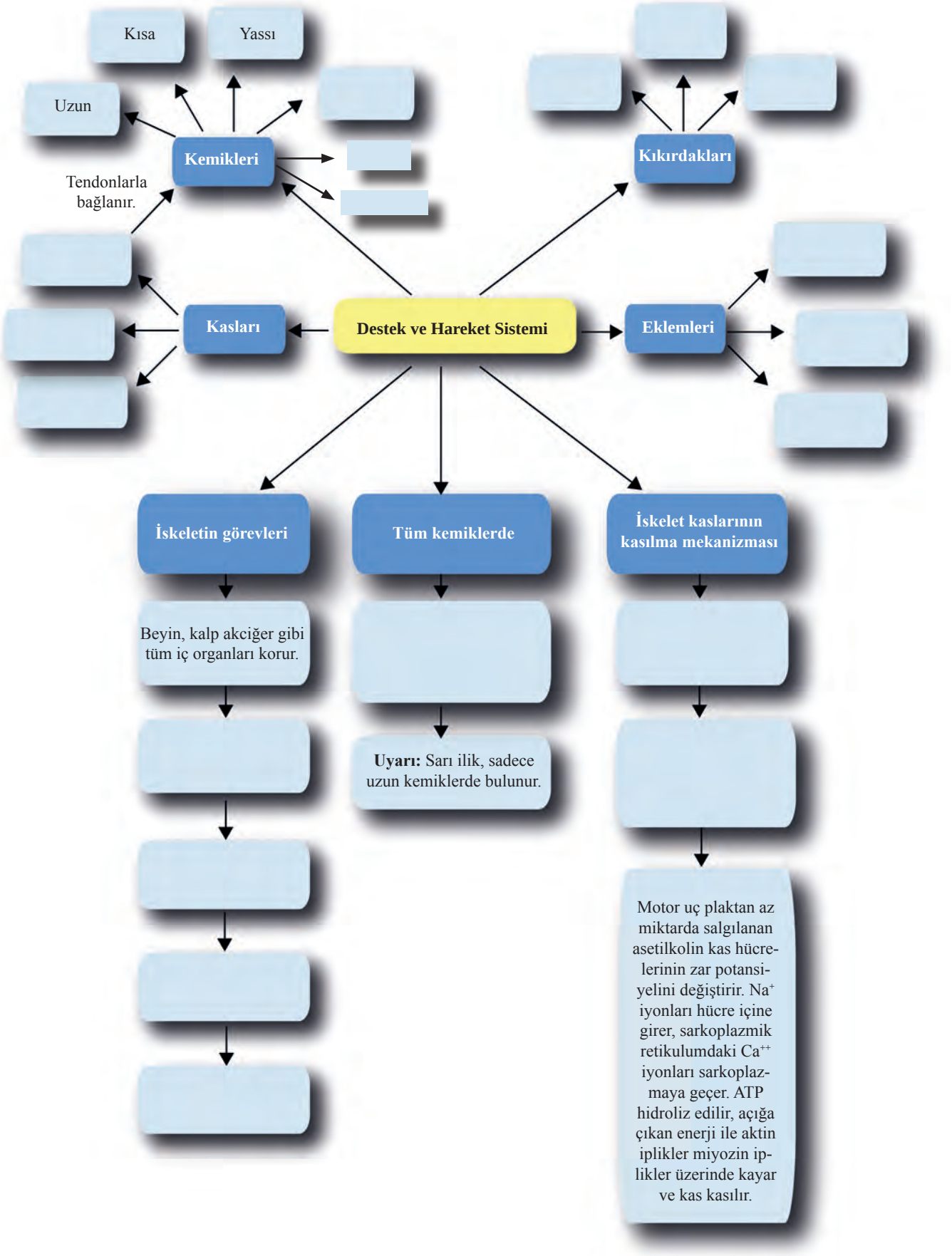
Vücut fonksiyonlarında bozukluk veya eksiklik olan insanların etkin tedavileri ve başkalarına bağlı kalmadan yaşabilmeleri için biyomekatronik sistemler geliştirilmelidir. Nöroprotezler, yapay organlar ve robotlar geliştirilerek oluşturulan bu sistemler, insanlığın hizmetine sunulduğunda özellikle kazalar veya vatan savunması sırasında vücut fonksiyonlarını kaybetmiş kişilerin toplumdaki yerlerini sağlıklı bir şekilde almalarına imkân verecektir.

Bilgi Notu

Egzersiz: Düzenli egzersiz yapmanın sağlığımız için ne kadar önemli olduğu herkes tarafından biliniyor. Egzersizin, başta obezite olmak üzere şeker hastalığı, kalp hastalığı gibi rahatsızlıklara karşı oldukça koruyucu olduğu bir gerçektir. Fakat Southern California (Southırn Kaliforniya) Üniversitesi bilim insanları 2015'te egzersiz yapamayanlara umut olan bir hormon ilan ettiler: Mots-c hormonu. Bu hormon egzersizin etkilerini taklit ederken en çok kas dokusu üzerinde etkisini göstererek çalışır. Diğer hormonların aksine bu hormonun mitokondriyal DNA'dan kodlandığı düşünülmektedir. Hormon, yağlı diyetle beslenen fareler üzerinde denendi ve başarılı sonuçlar verdi. Uzmanlar, bu hormonun vücudun insülin hormonuna karşı olan duyarlılığını arttırarak kan şekerini düşürdüğünü, hızlı kilo vermeyi sağladığını belirtti. Bu hayvanlarda; mots-c tedavisi, yaşa bağlı ve yağlı diyetle başlayan insülin direncinin yanı sıra obeziteyi de önlediği gözlendi. Yaşlı farelerde, genç farelere oranla daha az miktarda mots-c seviyesinin olduğu tespit edildi. Fakat yaşlı farelere de günlük mots-c tedavisi uyguladıklarında obezite ve insülin direnci hastalıklarının görülme sıklığını azaltmada büyük oranda başarıya ulaşıldı. İnsanlar üzerinde yapılacak klinik deneylerin sonuçları ise hâlâ merak konusu. *(Kaynak: Biocentury İnnovations March 26, 2015/Raising the Cohbar; The mitochondrial-derived peptide MOTS-c promotes metabolic homeostasis and reduces obesity and insulin resistance. Cell Metab. 2015 Mar.3, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25738459. Erişim Tarihi: 28.09.2017)*

İş Birlikli Kavram Haritası 1

Destek ve hareket sistemiyle ilgili verilen kavram haritasını gruplar oluşturarak doldurunuz.


Kısa
Yassı
Uzun
Kemikleri
Tendonlarla bağlanır.
Kıkırdakları
Kasları
Destek ve Hareket Sistemi
Eklemleri
İskeletin görevleri
Tüm kemiklerde
İskelet kaslarının kasılma mekanizması
Beyin, kalp akciğer gibi tüm iç organları korur.
Uyarı: Sarı ilik, sadece uzun kemiklerde bulunur.
Motor uç plaktan az miktarda salgılanan asetilkolin kas hücrelerinin zar potansiyelini değiştirir. Na+ iyonları hücre içine girer, sarkoplazmik retikulumdaki Ca++ iyonları sarkoplazmaya geçer. ATP hidroliz edilir, açığa çıkan enerji ile aktin iplikler miyozin iplikler üzerinde kayar ve kas kasılır.

Deney 3

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler **Çalışmanın Yapıldığı Tarih**

Çalışmanın Adı

Kas yorgunluğunun tayini

Çalışmanın Amacı

Kasta meydana gelen yorgunluğun nedeninin ve dinlenme sırasındaki olayların kavranması.

Malzeme ve Materyaller

• Ağırlık 100 g •Metronom •İp •Not kâğıdı

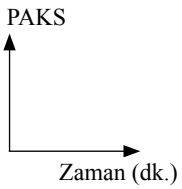
Etkinliğin Yapılışı

• Gönüllü öğrencilerden ikişerli gruplar oluşturulur. (İdeali 3-5 grup oluşturmaktır.)
• İkili grup oluşturmuş öğrencilerden biri masaya oturur, dirseğini ve kolunu masanın üzerine serbest hâlde koyar. Avuç içini yukarıya bakacak şekilde tutar.
• Diğer öğrenci ipin bir ucuna ağırlığı takar. İpin diğer ucunu arkadaşının uzattığı elinin işaret parmağına bağlar.
• Ağırlığı masanın diğer ucundan aşağı sarkıtır. Ağırlığın yere değmemesine dikkat eder.
• Diğer öğrenciye her dakikada parmağın açılıp kapanma sayısını kaydedeceği belirtilir.
• Düzenek hazırlandıktan sonra metronom çalıştırılır.
• Metronomun salınım hareketlerine uyarak üç dakika boyunca ağırlık takılı parmak, açıp kapama hareketi yapar.
• Sürenin sonunda parmak bir dakika dinlendirilir.
• Sonra aynı işlem üç dakika daha tekrarlanır.

Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması

Deneme Tablosu

Süre	Parmağın açılıp kapanma sayısı (PAKS)
1. dakika	
2. dakika	
3. dakika	



Deneme 1.....
Deneme 2.....

1. Elde ettiğiniz sonuçlardan bir grafik hazırlayınız ve grafiği yorumlayınız.
2. Denemelerde ilk dakika ile son dakika arasındaki parmak açılıp kapanma sayısının farklı olmasının sebebi ne olabilir?
3. Kasın çalışması sırasında kullanılan ve üretilen maddeler nelerdir?
4. İpin ucundaki ağırlık azaltılır veya arttırılırsa ne gibi değişiklikler yaşanır?

Kaynak

http://www.eba.gov.tr/video/izle/1566bfe69fc5a8c756086a9a7a66a-8b4178aacb153233 adresinden kaslarla ilgili bilgilerinizi gözden geçirebilirsiniz. (Erişim tarihi: 12.02.2018)

1. Ünite Destek ve Hareket Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Kemik dokusunun ve kemiklerin oluşmasında etkili olan temel inorganik ve organik maddeleri yazınız.
.....

2. Kemiklerde kalsiyum ve fosfor birikmesini sağlayan vitamin hangisidir?
.....

3. Bütün kemiklerde ortak bulunan yapılar nelerdir?
.....

4. Kaslarda kasılmayı sağlayan protein yapılı iplikçiklere ne denir?
.....

5. Destek ve hareket sistemini kontrol eden ve hareketin oluşmasını sağlayan sistemler hangileridir?
.....

6. Kasların kasılması için etkili olan ve nöronun akson sonundan salgılanan nörohormonlar nelerdir?
.....

7. Kas kasılma birimi, işini yaparken ATP'yi hangi durumlarda harcar?
.....

8. Düz kas hücresi ile çizgili kas hücresi arasındaki farklar nelerdir?
.....

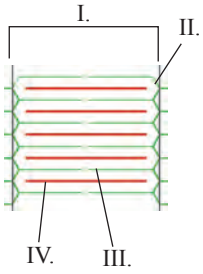
9. Çizgili (iskelet) kas lifi, motor nöron tarafından uyarıldığında hangi olaylar gerçekleşir? Açıklayınız.
.....

10. Kas kasılması için gerekli enerji hangi kaynaklardan sağlanır?
.....

11. İnsan vücudunda kas sistemiyle gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir. Bu olayların hangi kaslar aracılığıyla yapıldığını sağ taraftaki boşluğa yazınız.

Hareketler	Kas tipleri
Denizde yüzmek	
Kitap okumak	
Damarların genişlemesi	
Konuşmak	
Kanın kalpten pompalanması	

12. İskelet kasının bantlı yapısında numaralarla gösterilen kısımları eşleştiriniz.



Z çizgisi: Aktin:

Miyozin: Sarkomer:

13. İskelet kasını oluşturan yapıları küçükten büyüğe doğru sıralayınız.

I. Miyofibril II. Kas demeti
III. Kas lifi IV. Miyofilament

.....- .....- .....- .....

14. Aşağıda verilen organların hangi tür sinirlerle uyarıldığını uygun kutulara yazınız.
Mide kası, aort damarı kasları, ön kol kasları, karın kasları, yüz kasları, bacak kasları, kalp kası

Otonom sinirler (İstemsiz çalışma)	Somatik sinirler (İstemli çalışma)

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

15. Düzensiz boşlukları ve kırmızı kemik iliği olan kemik çeşidine……..... denir.

16. İçinde volkmann ve havers kanalları olan kemik çeşidine……..…..…..denir.

17. Kas hücresi zarlarına ….....,
sitoplazmalarına ……..... denir.

18. Kişinin bilinci açıkken kasların uyarı almadığı hâlde bir miktar kasılı olma durumuna .....
.....……..…. denir.

19. Kemik dokuda; ……....., ……..……,
..... olmak üzere üç tip hücre vardır.

20. Süngerimsi kemikte kan hücrelerinin yapımını sağlayan …….....……..…vardır.

21. Kemik dokuda, kan damarları ve sinirlerin bulunduğu yapılara .....…….. denir.

22. Uzun kemiklerin baş kısmında bulunan …….....
..... kemiklerin boyuna büyümesini sağlar.

23. Kıkırdak doku, hücreler ve bu hücreler tarafından salgılanan ara maddeden oluşmuştur. Hücrelerine, ... ara maddesine ise..... denir.

24. Yetişkinlerde; burun, soluk borusu ve kaburga uçlarında …..... kıkırdak bulunur.

25. Yetişkinlerde; kulak kepçesi, kulak yolu, epiglottiste (gırtlak kapağı) .....…..…. kıkırdak bulunur.

26. Baş iskeletindeki kemikler, sağrı ve kuyruk sokumu omurları ……..... eklemlere örnektir.

27. Omurlar arası diskler, …….....…….....…adını alır.

28. İki kemiği birbirine bağlayan eklem bağları .....
.....……..... adını alır.

29. Kası kemiğe bağlayan yapıya ..... denir.

30. İskelet kaslarıyla ilgili aşağıda verilen ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Birlikte kasıldığında (sinerjist) ayakta durma gerçekleşir.	
Zıt kasıldığında (antagonist) hareket gerçekleşir.	
Kasılma sırasında kullanılan birinci enerji kaynağı glikozdur.	
Kasılma sırasında aktinlerin boyu değişmez.	
Kasılma için uyarının alındığı yere motor plak denir.	

31. Kas kasılması sırasında gerçekleşen olaylar aşağıda verilmiştir. Bu olaylardan doğru olanları "D", yanlış olanları "Y" ile belirleyiniz.

Sarkomerin boyu kısalır.	
Z çizgileri birbirinden uzaklaşır.	
H bandı genişler.	
Aktin iplikleri birbirine yaklaşır.	
Miyozin ipliklerinin boyu değişmez.	

32. Verilen bilgilerden doğru olanları "D", yanlış olanları "Y" ile belirleyiniz.

Tüm kemik çeşitleri içinde sarı ilik bulunur.	
Havers kanallarını birleştiren enine kanallar volkmann kanalları adını alır.	
Kasılıp gevşemeyi sağlayan miyofibriller, hücrenin sarkoplazmik retikulumunda bulunur.	
Tüm kemik çeşitlerinde kırmızı kemik iliği bulunur.	
Uyarılmış kasta Ca^{+2}, sarkoplazmik retikuluma girerse kas gevşer.	

33. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

I. Alın kemiği Yan kafa kemiği ( )	a) Oynar eklem
II. Alt çene kemiği- Şakak kemiği ( )	b) Oynamaz eklem
III. Pazu kemiği- Kürek kemiği ( )	c) Yarı oynar eklem
IV. Bel omuru- Sırt omuru ( )	

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

34. Kemiğin sertleşmesinde aşağıda verilenlerden hangisi <u>olumsuz</u> yönde bir etkiye sahiptir?
A) Paratiroit hormonu
B) Kalsitonin hormonu
C) Büyüme hormonu
D) D vitamini
E) Fosfor

35. İskelet kasının kasılması sırasında gerçekleşen olaylar düşünüldüğünde aşağıdaki hangi olay <u>en son</u> gerçekleşir?
A) Sarkoplazmadaki kalsiyum yoğunluğu artar.
B) Sarkomerin boyu kısalır.
C) Motor uç plağa asetilkolin salgılanır.
D) Kas hücresinin zarında depolarizasyon gerçekleşir.
E) ATP hidrolizi gerçekleşir.

36. Esra, bir pazar günü ailesiyle çarşıya çıktı ve pazar poşetlerini taşımaya ailesine yardım etti. Esra, poşetleri taşırken aşağıda verilen olaylardan hangileri birlikte gerçekleşir?
A) Kütle artışı-sinerjist kasılma
B) Sinerjist kasılma-gerim artışı
C) Gerim artışı-antagonist kasılma
D) Gerim artışı-kütle artışı
E) Kütle artışı-hacim artışı

37. Yorulmaya karşı dayanıklı olan bir çizgili kas lifinde;

I. mitokondri,
II. kan damarı,
III. miyoglobin

yapılarından hangilerinin miktarı fazladır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

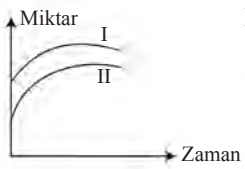
38. Egzersiz yapmakta olan bir kişide;

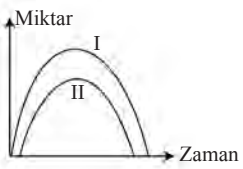
I. hücredeki kreatin fosfat kreatine dönüşür,
II. hücredeki glikozlar glikojene dönüşür,
III. hücredeki pirüvik asit laktik aside dönüşür,
IV. hücredeki glikoz CO_2 ve suya dönüşür

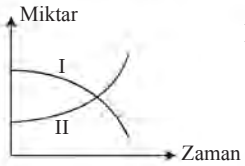
durumlarından hangileri görülür?

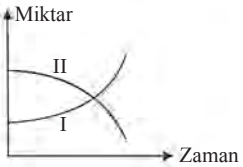
A) Yalnız I B) I ve II C) III ve IV
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

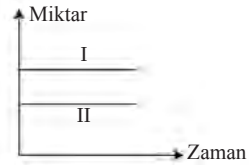
39. Bir koşucunun giderek hızlı koşması esnasında iskelet kaslarında depo edilen glikojen ve ısı miktarlarında değişim hangi grafikte gösterilmiştir?
(I= glikojen , II= ısı)

A)


B)


C)


D)


E)


40. Aşağıda verilen kasların hangilerinin çalışması somatik sinir sistemi tarafından düzenlenmektedir?
A) Kol kası
B) Kalp kası
C) Mide kası
D) İnce bağırsak kası
E) Atardamar kası

41. Bir kas telinin kasılıp gevşemesi sırasında;

I. aktin ve miyozin ipliklerinin arasına kalsiyum iyonlarının yayılması,
II. kas lifindeki sodyum kanallarının açılması,
III. motor uç plaktan asetilkolin salgılanması

olaylarının gerçekleşme sırası nasıl olmalıdır?

A) I-II-III B) II-I-III C) III-I-II
D) III-II-I E) I-III-II

42. Destek ve hareket sisteminde görülen hastalıklarla ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Menisküs, yük kaldırma sırasında oluşan kıkırdak hasarıdır.
B) Raşitizm, D vitamini yetersizliğine bağlı çocuklarda görülen bir hastalıktır.
C) Osteoporoz, daha çok kadınları etkileyen kemik erimesi hastalığıdır.
D) Romatoid artrit, eklemlerde görülen genetik yatkınlıkla ortaya çıkan bir hastalıktır.
E) Osteoartrit, kemiklerde erime olarak bilinen bir hastalıktır.

43. Bir insanın vücudundaki tüm kas çeşitleri düşünüldüğünde;

I. çekirdeklidir,
II. istemsiz çalışır,
III. aktin ve miyozin iplikleri bulundurur,
IV. somatik sinir sistemi ile bağlantılıdır,
V. hormonlar çalışmalarını etkiler

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I B) I, III ve V C) II, IV ve V
D) IV ve V E) I, III, IV ve V

Bölüm 3
Sindirim Sistemi

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenciler;

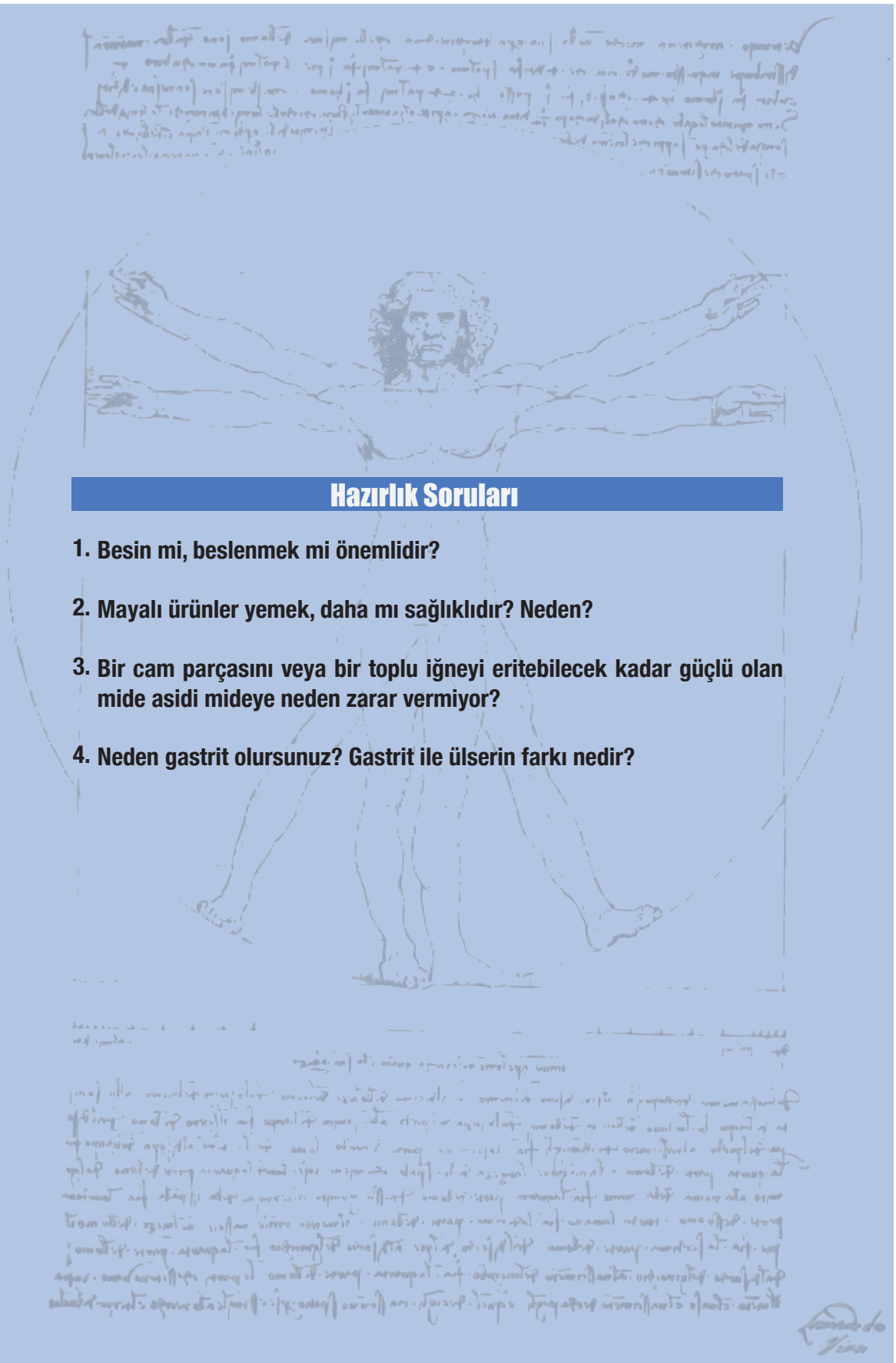
- ▶ Sindirim sistemi organ yapılarını ve görevlerini görselleriyle birlikte tanır.
- ▶ Kimyasal ve fiziksel sindirim çeşitlerini, bu sindirim tiplerinin vücudumuzda nerede ve nasıl gerçekleştiğini bilir.
- ▶ Sindirim sisteminin diğer sistemler içindeki yerini kavrar. Özellikle sindirim sistemini sinir sistemi ve hormonal sistemle ilişkilendirir.
- ▶ Sindirim sistemi temel hastalıklarını tanır. Antibiyotik kullanımının bağırsak florasına etkilerini öğrenir.
- ▶ Sindirim sisteminin sağlığını koruyucu tedbirlerin nasıl alınacağını öğrenir.

Kavramlar ve Terimler

- Emilim
- Sindirim

Bölüm İçeriği

- ▶ Sindirim Kanalı Organları → ● Ağız ● Yutak ● Yemek Borusu ● Mide ● İnce Bağırsak ● Kalın Bağırsak
- ▶ Sindirime Yardımcı Organlar → ● Tükürük Bezleri ● Karaciğer ● Pankreas
- ▶ Besinlerin Kimyasal Sindirimi → ● Karbonhidratların Sindirimi ● Proteinlerin Sindirimi ● Yağların Sindirimi ● Nükleik Asitlerin Sindirimi
- ▶ Besinlerin Emilimi
- ▶ Sindirim Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması
- ▶ Sindirim Sistemi Ölçme ve Değerlendirme



Hazırlık Soruları

1. Besin mi, beslenmek mi önemlidir?

2. Mayalı ürünler yemek, daha mı sağlıklıdır? Neden?

3. Bir cam parçasını veya bir toplu iğneyi eritebilecek kadar güçlü olan mide asidi mideye neden zarar vermiyor?

4. Neden gastrit olursunuz? Gastrit ile ülserin farkı nedir?

Oku-Yorum

Gençlik İçeceği “Kefir”

İnsanların çeşitli besinler tüketerek dertlerine şifa bulma umutları hep var olmuştur. Bu besinlerden biri de kefirdir. Araştırmalar kefirin anavatanının Kafkasya olduğunu ve bu bölgede “gençlik içeceği” olarak bilindiğini göstermektedir. Kafkasya’da sindirim bozukluğu, kanser, tüberküloz gibi hastalıklara fazla rastlanmamaktadır. Hatta bu bölgede insan ömrünün 110-130 seneye kadar ulaştığı gözlenmektedir. Bu durum bilim insanlarının dikkatini çekmiş ve onları kefir üzerine araştırmalar yapmaya yönlendirmiştir.

Kefir tanelerinin belirgin şekilleri yoktur. Kefir taneleri **kefiran** adı verilen ve suda çözülmeyen bir polisakkaritten oluşmuşlardır. Kefiranın eşit miktarda glikoz, galaktoz içerdiği ve kanser önleyici etkiye sahip olduğu belirtilmektedir.

Kefir; kefir tanelerinin, inek, koyun, keçi ya da atın sütüne katılmasıyla elde edilen alkol ve asit fermantasyonuyla meydana gelmiş, ekşi ve köpüklü fermente bir süt içeceğidir. Fermantasyondan sonra taneler tekrar kullanılabilir hâle gelir. Mayalanma sırasında B_1, B_2 ve B_{12} vitaminlerinde belirgin bir artış olduğu gözlenmiştir. Mayalanan kefir içeceğine, meyve katılarak tüketilebildiği gibi sos olarak ve çorbalara katılarak da tüketilebilmektedir.

Kefir tanelerinde bulunan mikroorganizma türü ve sayıları, tanelerin orijinine göre değişmektedir. Genellikle laktobasil türleri, laktokok türleri, bazı streptokok türleri ile birlikte laktozu fermente eden ve edemeyen maya türlerini de içerir. Kefirin bileşimi ve kimyasal özellikleri; kullanılan sütün niteliklerine, mayalanma süresine ve korunduğu ortamın sıcaklığına bağlı olarak değişebilir.

Kefir, besin değeri yüksek bir içecektir. Fermente süt ürünleri tüketiminin bağırsaktaki yararlı mikroorganizmaların sayısını artırdığı, bağırsak şikâyetlerini azalttığı, mide ve pankreas salgılarını arttırarak sindirimi desteklediği bilinmektedir. Yapılan çalışmalar, kefirdeki karbondioksitin, sindirimi ve B grubu vitaminleri sentezini kolaylaştırdığını göstermiştir. Sinir sistemi üzerinde etkili olan esansiyel amino asitlerden triptofan ile kalsiyum, magnezyum ve fosfor minerallerini bol miktarda içerir. İshal, böbrek hastalıkları, safra bozuklukları, sarılık, çeşitli enfeksiyonlar, iştahsızlık, uykusuzluk, yüksek tansiyon gibi sağlık sorunlarının çözümüne katkı sağladığı, bağırsak hastalıklarına neden olan *Candida* (kandida) gibi mantarlardan koruduğu bilinmektedir. Kefir, bağışıklık sistemini güçlendirici ve kanser önleyici etkileriyle de dikkatleri üzerine toplamıştır. Düzenli olarak tüketildiğinde kolesterolü düşürdüğü, metabolizmayı düzenleyerek karaciğer, safra, böbrek ve kan dolaşımı üzerine olumlu etkilerinin artarak devam ettiği görülmüştür. Kolaylıkla sindirilebilen besleyici bir gıda olduğundan çocuklar, enfeksiyonlu hastalar, hamile bayanlar, yaşlılar, kabızlık ve diğer sindirim problemleri çeken insanlar için ideal bir içecektir. Ciddi bir hastalık geçirmiş ve antibiyotik tedavisine maruz kalmış kişilerde bağırsak florasının düzelmesi açısından kefir tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Yoğurt gibi ev ortamında kolaylıkla mayalanıp hazırlanabilen kefir, en değerli sağlık kaynaklarından biridir.*

[Kaynak: Yüksekdağ, Z. N., Beyatlı, Y. (2003). Kefir Mikroflorası ile Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik, Antimikrobiyal ve Genetik Özellikleri.eskisite.mikrobiyoloji.org/pdfler/702030203.pdf adresinden elde edildi.
Karatepe, P., Yalçın, H. (2014). Kefirli Sağlık.dergipark.gov.tr/download/article-file/89230 adresinden elde edildi. Düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 03.10.2017]

1.3. Sindirim Sistemi

İnsanın enerji üretme, büyüme, gelişme ve organik yapı birimlerinin birleşerek bireyin kompleks moleküllerini (polimerlerini) oluşturabilmesi gibi tüm faaliyetleri için beslenme şarttır. Çoğu polimer hâlde olan organik besinlerin bu ihtiyaçları karşılaması için sindirilmesi gerekir.

Sindirim, karmaşık (kompleks) besin moleküllerinin hücre zarından geçebilecek boyuta dönüştürülmesi işlemidir. Daha küçük birimlere ayrılamayan yapı taşı olarak adlandırılan moleküllere **monomer** denir. Çok sayıda monomer birimlerin veya yapı taşlarının bir araya gelmesiyle meydana gelen büyük moleküllere **makromolekül** denir. Yapılarında tekrarlanan monomer birimleri bulunan makromoleküllere **polimer** denir. Makromoleküller ve polimerler kompleks yapılıdır. Polisakkaritler çoğunlukla makromolekül olarak adlandırılırken proteinler ve nükleik asitler polimer yapılıdır. Monomer maddeler, hücre zarından geçerek hücre içinde enerji üretimi, yeni polimer moleküller sentezlenmesi (örneğin protein üretimi), onarım ve düzenleme gibi işlemler için hazır hâle gelir.

Sindirim için enzim ve su kullanılır. Kompleks yapılı organik bileşiklerin yapı birimleri arasında kurulan ester, glikozit ve peptit **bağ**larının yıkımını sağlayan sindirim çeşidine **kimyasal sindirim** denir. Kimyasal sindirim **hidroliz** olarak da adlandırılır.

Bilgi Notu

Bağ: Bileşiklerin ya da monomerlerin arasındaki bağlara kimyasal bağlar denir. Karbonhidratlarda monosakkaritlerin arasında glikozit bağı; proteinlerde amino asitlerin arasında peptit bağı; yağlarda gliserol ve yağ asitleri arasında ester bağı; nükleik asitlerin yapısındaki nükleotit birimlerinde bulunan azotlu baz ve şeker arasında glikozit bağı; şeker ve fosfat arasında ester bağı bulunur.

Besinler öğütme ve sindirim yüzeyinin arttırılması işlemlerine uğrarsa buna **fiziksel (mekanik) sindirim** denir. Fiziksel sindirim, besinlerin fiziksel etkenlerle daha küçük parçacıklara ayrılmasını sağlayarak kimyasal sindirime yardımcı olur. Kimyasal sindirimde bağlar koparılırken fiziksel sindirimde hidroliz tepkimesi gerçekleşmez. Ağızda dişlerle yapılan çiğneme hareketi, midede hidroklorik asitle (HCl) ve kasılma hareketleriyle besin yüzeyinin artırılması ve ince bağırsakta safra tuzlarıyla yağların damlacıklar hâline getirilmesi işlemleri fiziksel sindirime örnektir.

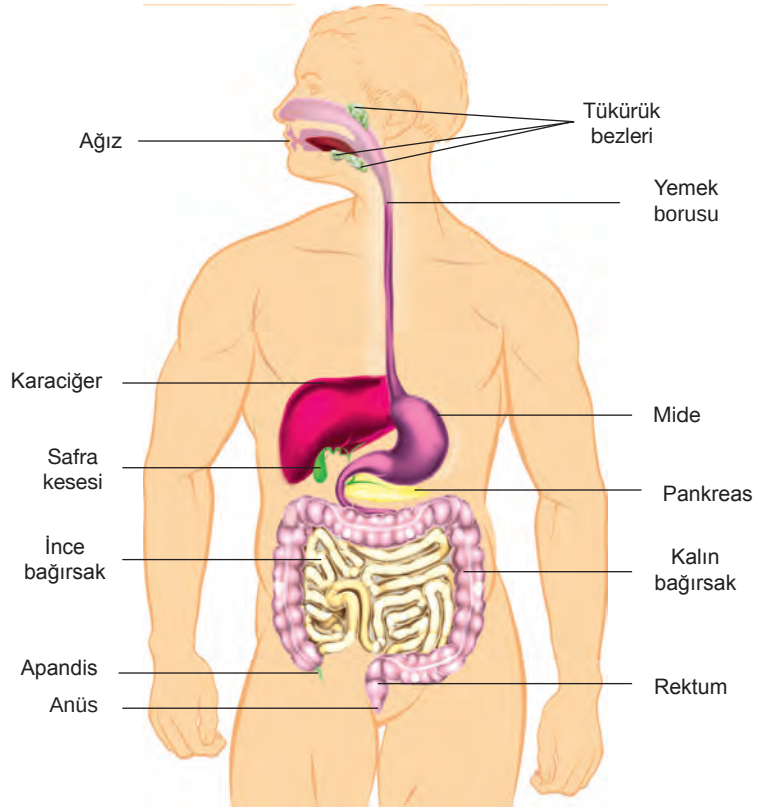
Canlılarda görülen kimyasal sindirim, sindirimin gerçekleşme yerine göre iki şekildedir: İlki hücre içine endositozla alınan polimerlerin, hücre içinde monomerlerine dönüştürülmesidir. Buna **hücre içi sindirim** denir. İnsanda akyuvar hücrelerinin mikropları yok etmek için yaptığı sindirim hücre içi sindirime örnek gösterilebilir. İkincisi ise hücrenin dışına salgılanan enzimler aracılığıyla, polimerlerin hücrenin dışında monomerlerine dönüştürülmesidir. Bu olaya **hücre dışı sindirim** denir. Mide ve bağırsak boşluğunda meydana gelen sindirim olayı hücre dışı sindirime örnek oluşturur. Oluşan monomerler hücre içine pasif ve aktif taşıma ile alınır. Bu olaya **emilim** denir. Sindirilmeyen atıklar ise vücuttan uzaklaştırılır.

Böylelikle vücuda giren besin; besinin ağza alınması, mekanik ve kimyasal sindirime uğraması, emilim ve atıkların uzaklaştırılması şeklinde işlenerek dönüşüm geçirir.

1.3.1. Sindirim Kanalı Organları

İnsanda sindirim sistemi, **sindirim kanalı organları** ve sindirim sıvıları üreten **yardımcı bezlerden** oluşur. Sindirim kanalı ağızdan başlayıp anüse kadar devam eden kanala verilen addır.

Bu kanalın organları; **ağız**, **yutak** (farinks), **yemek borusu** (özofagus), **mide**, **ince bağırsak** (duodenum, jejunum, ileum), **kalın bağırsak** (çekum, kolon, rektum) organları ve **anüs**tür. Bu kanala sindirim salgıları gönderen yardımcı organlar da bulunur. Bunlar **tükürük bezleri**, **pankreas** ve **karaciğer**dir (Görsel 1.60). Sindirim sistemi, otonom sinir sisteminin ve hormonların kontrolünde çalışır.



Görsel 1.60: İnsanda sindirim sistemi

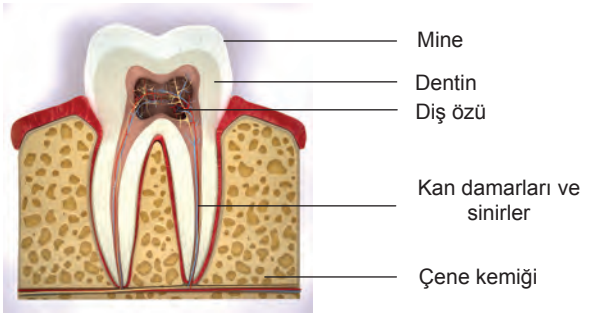
1.3.1.1. Ağız

Besinlerin alınması, fiziksel ve kimyasal sindirime tâbi tutulması ve yutmaya uygun bir şekil vererek yutağa iletilmesinde görev alan sindirim kanalı organıdır. Ağız boşluğunda, sindirimde görev alan; **dişler**, **tükürük bezleri** ve **dil** bulunur. Sindirimin ilk aşamaları ağızda başlar. Ağız boşluğundaki tükürük içinde **sodyum**, **kalsiyum**, **klor iyonları**, **su**, **mukus** ve **amilaz** (**pityalin**) enzimi bulunur. Amilaz enzimi nişasta ve glikojeni parçalayıp **maltoz** ve **dekstrin**e çevirerek kimyasal sindirimi başlatır. Besinin kokusu, varlığı, görünüşü, yemek vaktinin gelmesi ve yemeğin çeşidi ağız içindeki tükürük bezinden tükürük salgısını başlatır. Tükürük salgısı, besinler yoluyla gelen asidi nötrleştirir. Besinlerdeki nişasta ve glikojeni hidroliz eden amilaz (pityalin) enzimini içerir. Tükürük içinde diş çürümesini önleyen maddeler vardır. İçindeki antibakteriyel maddeler besinler yoluyla alınan bakterilerin öldürülmesini sağlar. İçeriğindeki glikoprotein yapılı mukus, besinlerin yumuşatılmasını sağlar. Ağız boşluğu, çok katlı epitel hücre tabakasıyla kaplıdır.

Dişler; kesme, parçalama, ezme gibi işlevleriyle besinin yüzey alanını artırarak mekanik sindirimi gerçekleştirir. Dişler; **taç**, **boyun** ve **kök** olmak üzere üç kısımdan meydana gelir. Taç kısmında dişin en sert bölgesi olan **mine** tabakası bulunur. Mine tabakasının altında **dentin** tabakası, en altta ise **diş özü** (pulpa) tabakası yer alır (Görsel 1.61).
Yetişkin bir insanda alt ve üst çenede yirmilik dişlerle beraber on

altışar tane olmak üzere toplam 32 diş bulunur. Dil, çiğneme esnasında besini **lokma** hâline getirir, lokmayı yutağa doğru iterek yutmayı kolaylaştırır.

UYARI ! *Ağız içi pH'si yaklaşık olarak 6,2-7,4'tür.Yani pH, nötr veya nötre yakındır. Böylelikle amilaz enziminin aktifleşerek çalışması sağlanır.*



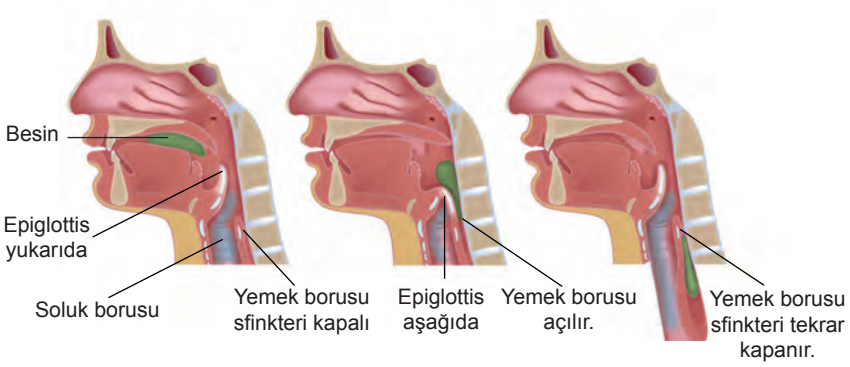
Görsel 1.61: Dişin yapısında bulunan kısımlar

1.3.1.2. Yutak (Farinks)

Ağızdan sonra gelen yutak, yemek borusu ve soluk borusu olmak üzere iki yere açılır. Yemek borusu mideye bağlıyken soluk borusu akciğerlere bağlıdır. Ağızdaki besinlerin yutulması sırasında soluk borusuna kaçmasını önlemek için **gırtlak kapağı** (epiglottis) adı verilen kıkırdak bir kapak, soluk borusunu kapatır. Yutma refleksinde sorun oluşursa besin soluk borusuna girerek boğulmaya yol açabilir. Sindirim kanalını kapatmak için ise kesenin ağzını büzen ip gibi çalışan **sfinkter** bulunur (Görsel 1.62).

Bilgi Notu

Sfinkter: Besinin sindirim kanalındaki hareketini kolaylaştıran besin geçişi sırasında yemek borusunu kapatan ve maddelerin geçişini düzenleyen kapakçıktır. Özelleşmiş bazı geçiş noktalarında bulunur ve halkasal kas yapısındadır.



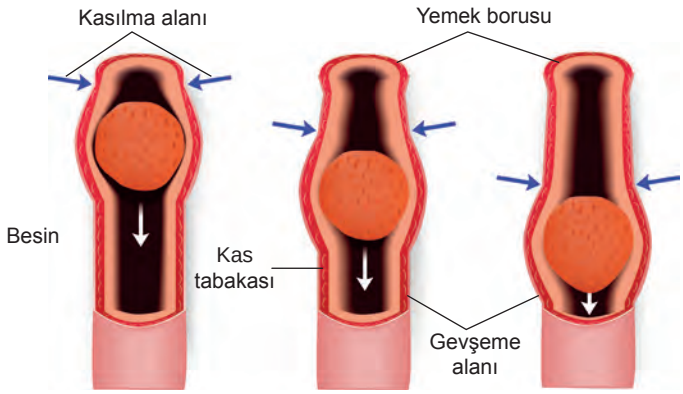
Görsel 1.62: Yutma refleksi

UYARI ! *Otonom sinir sistemine bağlı olarak gerçekleşen yutma refleksinin yutaktan geçtikten sonraki hareketi, peristalsis (peristaltik) harekettir. Kusma ise antiperistalsis harekettir.*

1.3.1.3. Yemek Borusu (Özofagus)

Yemek borusu; yutak ile mide arasında kalan, yaklaşık 25 cm uzunluğunda, 2 cm çapında boru şeklindeki sindirim sistemi organıdır. Peristalsis hareketlerle, ağız ve mide arasındaki besin iletimini sağlar. Dıştan içe doğru; **bağ doku**, **kas doku** ve **mukoza** denilen epitel dokudan oluşmuştur. Yemek borusu kasları çizgili ve düz kasları içerir. Çizgili kaslar, yemek borusunun üst kısmında bulunan ve yutma sırasında etkin olan kaslardır. Yemek borusundaki düz kaslar ise kasılıp gevşeme hareketi (peristalsis) ile besinlerin yemek borusunda ilerlemesini sağlar (Görsel 1.63). Yutma istemli başlar, istemsiz devam eder.

UYARI *Yutak ve yemek borusunda sindirim enzimi üretilmez. Kimyasal ve fiziksel sindirim yoktur.*



Görsel 1.63: Sindirim kanalında peristalsis hareket

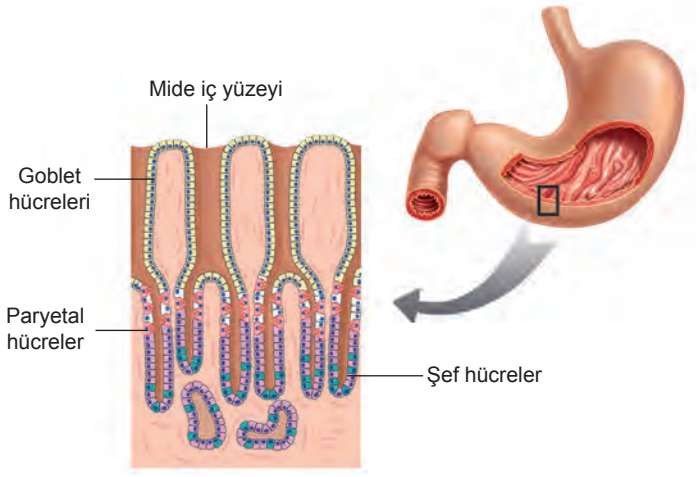
1.3.1.4. Mide

Mide, diyaframın altında, yemek borusu ile ince bağırsak arasında bulunan hem ekzokrin hem endokrin bez özelliklerine sahip sindirim sistemi organıdır. Mide dıştan içe doğru; **bağ doku**, **düz kas** ve **mukoza** tabakalarından oluşur. Midenin en dışında, bağ doku yapısında **periton zarı** (karın zarı) bulunur. Midenin yemek borusuna bağlandığı yere **mide ağzı** (kardia), ince bağırsakla (onikiparmak bağırsağıyla) bağlandığı yere **mide kapısı** (pilor) denir. Epitel dokudan oluşan mukoza tabakası, sindirim sıvısı olan **mide öz suyu** salgılamakla görevlidir. Mide öz suyu salgısından sorumlu olan mide bezleri, midenin iç yüzeyindeki çukurcuklarda bulunur. Mide bezlerinin; paryetal hücreleri, şef hücreleri ve goblet hücreleri olmak üzere üç çeşit hücresi vardır. **Paryetal hücreler** tarafından salgılanan **hidroklorik asit** (HCl), **şef hücreler** tarafından salgılanan **pepsinojen** enzimi ve **goblet hücreleri** tarafından salgılanan **mukus** salgısı, mide öz suyunu oluşturur (Görsel 1.64). Tüm bu salgılarla ve kasılma hareketleriyle besinin fiziksel ve kimyasal sindirimi gerçekleştirilir. Mide aynı zamanda besinleri geçici olarak depolar.

Bilgi Notu

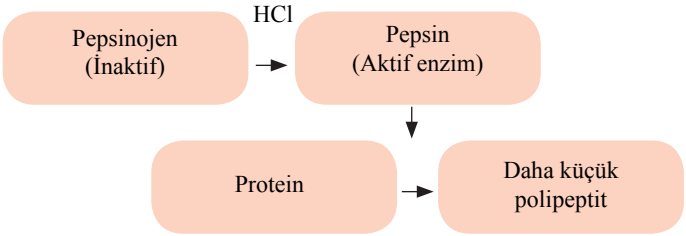
Goblet hücreleri: Şekilleri şişeye benzediği için goblet (şişe) adını alır. Mukus salgılayan hücrelere goblet denir. Midede salgılanan mukus, uyarılmaya cevap olarak mide yüzeyini kayganlaştırır ve mide yüzeyini kendi salgıladığı enzim ve asitin sindirmesinden korur.

Mide kasları düz kastır. Düz kaslar enine ve boyuna dizilmiştir. Bu dizilim sepet örgüsü şeklini oluşturur. Bu sayede mide her yöne kasılma ve gevşeme hareketi yapar. Besinlerin mide öz suyuyla karıştıktan sonra sindirimi kısmen tamamlanmış hâline **kimüs** denir.



Görsel 1.64: Mide kesiti

Besinin görüntüsüne, kokusuna, tadına veya mideye ulaşmasına bağlı olarak otonom sinirlerden **vagus siniri** asetilkolin salınımıyla mideyi uyarır. Uyarılan mide bezlerinden pepsinojen ve mukus salgılanır. Midedeki paryetal hücrelerden salgılanan **gastrin** hormonu, mideden HCl salgılanmasını sağlar. Mide öz suyu pH'si yaklaşık 2'dir. Bu özelliği sayesinde besinleri ve besinlerle yutulmuş mikroorganizmaları parçalar. Pankreas ve bağırsak bezlerini salgı yapmak üzere uyarır. Mide içeriğindeki HCl salgısı besinlerdeki kalsiyum ve demir mineralleri ile B_{12} vitamininin emilimini kolaylaştırır. Ayrıca mide öz suyunda bulunan inaktif hâldeki pepsinojeni, aktif pepsin hâline dönüştürür. Pepsin; asidik ortamda çalışan, proteinleri daha küçük polipeptitlere parçalayarak kimyasal sindirimi gerçekleştiren bir enzimdir. Proteinlerin kimyasal sindirimi midede başlar ve amino asitlerine kadar parçalanması ince bağırsakta tamamlanır.



Eğer HCl pepsinojeni hücre içinde aktifleştirmiş olsaydı mide hücreleri zarar görebilirdi. Pepsin ve HCl'nin mide hücrelerine zarar vermesini önleyen ise mide öz suyu içerisinde yer alan mukus salgısıdır. Buna rağmen mide epitel hücreleri üç günde bir bölünerek hasar gören hücrelerini yeniler.

UYARI !

*1982 yılına kadar gastrik sıvının midede tahribat yaptığı söylenmiş ve bu tahribatın yol açtığı hastalığa **ülser** denmiştir. Ancak 1982 yılında Avustralyalı araştırıcılar, Barry Marshall (Beri Marşıl) ve Robert Warren (Rabırt Voren); ülserin nedeninin gastrik sıvıdan değil aside dirençli bir bakteriden, Helicobacter pylori'dan (Helikobakter payloray), kaynaklandığını tespit etmişlerdir.*

Midenin sindirim ve depolama görevleri yanında üçüncü görevi kimüsü ince bağırsağa iletmektir. Mide içeriğindeki kimüs, yemek yedikten sonra yaklaşık olarak 2-6 saat içinde ince bağırsağa geçer.

1.3.1.5. İnce Bağırsak

İnce bağırsak, mide ile kalın bağırsak arasında bulunur. İnce bağırsak, diğer sindirim organlarında olduğu gibi **bağ doku**, **düz kas** ve **mukoza** tabakasından oluşur. İnce bağırsaktaki kas tabakası mideninki kadar kalın değildir. Bu organ; **duodenum** (onikiparmak bağırsağı), **jejunum** (boş bağırsak) ve **ileum** (kıvrımlı bağırsak) olmak üzere üç bölümden meydana gelir. Sindirimin büyük kısmı duodenumda gerçekleşir. İnce bağırsağın başlangıç kısmı olan duodenum üzerinde **water (votır) kabarcığı** bulunur. Karaciğerden gelen **koledok kanalı** ve pankreastan gelen **virsung kanalı**, water kabarcığına salgılarını boşaltır (Görsel 1.65).

Kimüs, mideden onikiparmak bağırsağına gelince; ince bağırsaktan **kolesistokinin** ve **sekretin** adı verilen sindirim hormonları salgılanır. Bu iki hormon midenin çalışmasını yavaşlatıcı etki gösterir. Kolesistokinin, pankreastan sindirim enzimlerinin salınmasını uyarır.

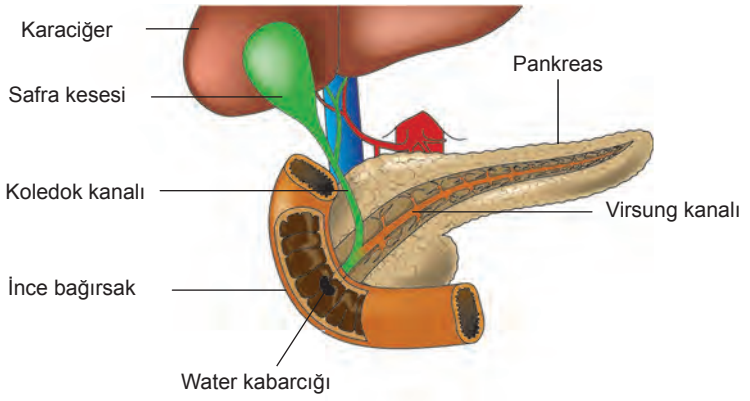
Araştıralım-Paylaşalım

Sindirim sistemi organlarından herhangi birinin yokluğu sindirimi nasıl etkiler? Araştırarak sonuçları sınıfınızda tartışınız.

Pankreastan gelen protein sindiren **tripsinojen**, **kimotripsinojen**, **karboksipeptidaz**, karbonhidratları sindiren **amilaz**, yağları sindiren **lipaz** ve nükleik asitleri sindiren **nükleaz** enzimleri virsung kanalı aracılığıyla water kabarcığı denilen yerden duodenuma dökülür. Burada besinlerin kimyasal sindirimi gerçekleşir.

Kolesistokinin hormonu safra kesesinden **safra**nın salınmasını da uyarır. Karaciğerde üretilip safra kesesine gönderilen safra salgısı koledok kanalı ile taşınarak water kabarcığından duodenuma dökülür. Gelen safra salgısı yağları damlacıklaştırır, yağların fiziksel sindirimini gerçekleştirir. Bağırsakta mikroorganizmaların aşırı çoğalmasını önler ve bağırsak kanalını kayganlaştırır.

Sekretin hormonu pankreası uyararak kimüsü nötralize eden bikarbonat (HCO_3^-) salınmasını sağlar. İnce bağırsak salgılarının pH değeri 7,5-8 arasında olacak şekilde hafif baziktir. Sekretin karaciğerde safra üretilmesini hızlandırır. Kimüs yağ bakımından zengin olduğunda sekretin ve kolesistokinin çok miktarda salınır. Bu hormonlar, midede peristalsis hareketi ve mide öz suyu salgılanmasını önleyerek midenin çalışmasını yavaşlatır, safra kesesini uyarır.



Görsel 1.65: İnce bağırsağın, karaciğer ve pankreas bağlantıları

UYARI ! *Sindirim organlarını etkileyen hormonlar sindirim kanalında bulunmaz. İlgili organı etkilemek için kan yoluyla taşınır.*

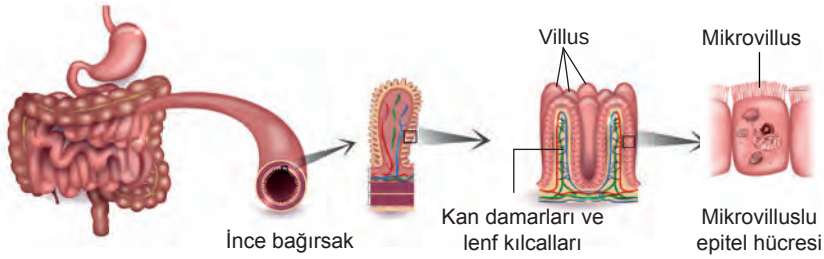
Jejunum ve ileumda hem besinlerin kimyasal sindirimi hem de sindirilmiş besinlerin ve suyun geri emilimi gerçekleşir. İnce bağırsak **villus** adı verilen parmaksı çıkıntılara sahiptir. Villusların her bir epitel hücresinin bağırsak boşluğuna bakan yüzeyinde, **mikrovillus** adı verilen çok sayıda sitoplazmik çıkıntı vardır (Görsel 1.66). Villuslar, besin maddelerinin parçalanması için çeşitli sindirim enzimleri salgılar. Bu enzimler, protein zincirleri olan peptitleri amino asitlere parçalayan **peptidazlar** ve **karboksipeptidaz**; disakkaritleri monosakkaritlere parçalayan **sükraz**, **maltaz**, **laktaz** ve nötral yağları gliserol ve yağ asitlerine parçalayan bağırsak **lipaz**ıdır. İnce bağırsağın bu bölümünde hem pankreas sıvısı hem de ince bağırsak hücrelerinin salgıladığı sıvı bulunur. Buradaki besin çözeltisine **kilüs** denir.

İnce bağırsaktaki besinlere ait yapı taşlarının hücrelere ulaşabilmesi için bağırsak duvarından emilimlerinin gerçekleşmesi sağlanmalıdır. İnce bağırsaktaki villus ve mikrovilluslar geri emilim için 300 metrekare kadar bir alan oluşturur. Bu alan yaklaşık bir tenis kortu büyüklüğündedir. Villus ve mikrovilluslar sayesinde besin emilimi hızlanır ve artar.

UYARI ! *Kimyasal sindirime uğramış besinlerden karbonhidrat monomerlerinin hepsi, yağ monomerlerinin %95'i, protein monomerlerinin %90'ı jejunumda emilir.*

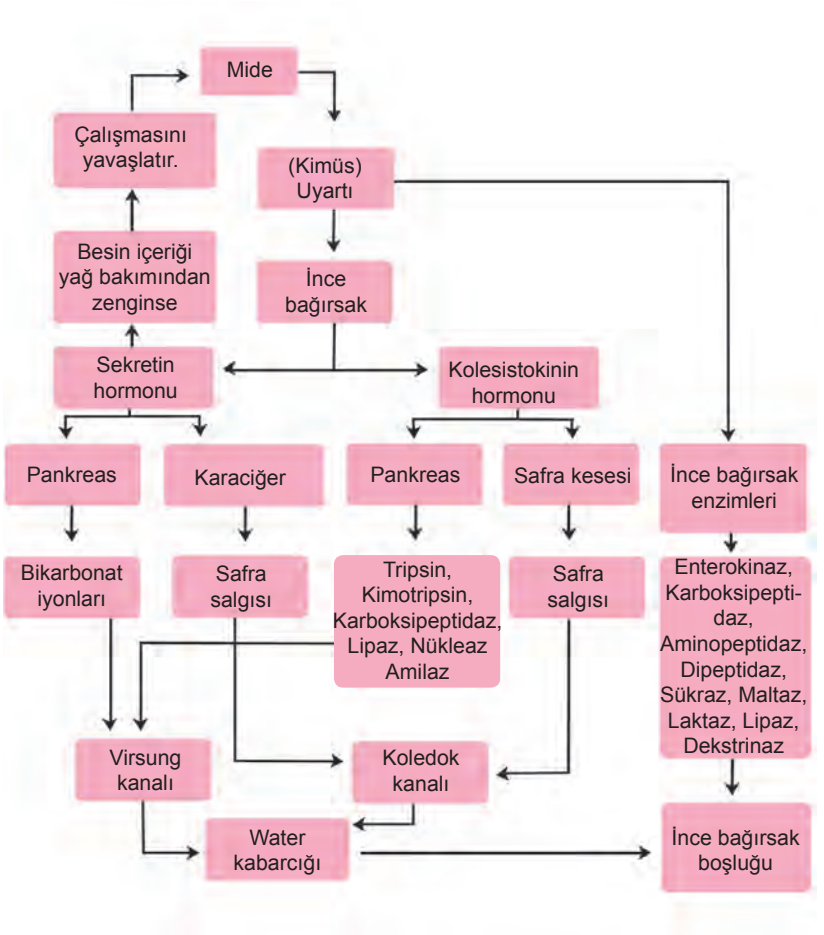
Villusta yer alan bağırsak epitel hücrelerinin ömrü yaklaşık 5 gündür. Villus hücreleri yaşlandıkça bağırsak salgılarına karışır, dışkıyla atılır. Mitoz bölünmelerle oluşan yeni hücreler bölgenin onarımını sağlar.

İnce bağırsağın son kısmı olan ileumun kalın bağırsakla bağlandığı yerde kapakçık bulunur. Kapakçık kalın bağırsağa kadar iletilmiş posanın geri dönmesini engeller. İnce bağırsağın son kısmı ile kalın bağırsağın ilk kısmı olan çekumun birleştiği bölgede kör bağırsak bulunur. Birleşim yerindeki bu küçük çıkıntıya **apandis** adı verilir.



Görsel 1.66: İnce bağırsak kesiti

Mide ve ince bağırsağın hormonların etkisinde çalışma mekanizmasını aşağıdaki görselde bulabilirsiniz.



Görsel 1.67: Mide ve ince bağırsağın hormonların etkisinde çalışması

Bilgi Notu

Apandis: Bağırsak içindeki patojen mikroorganizmaların yok edilmesinden sorumludur ve bağırsak içinde yaşayan yararlı bakterilerin zarar görmesini engeller. Burada iltihaplanma görülürse apandisit hastalığı ortaya çıkar.

Araştıralım-Paylaşalım

Niçin apandis ameliyatı oluruz? Apandisin yokluğu insan hayatını nasıl etkiler? Araştırarak sonuçları sınıfınızda paylaşınız.

1.3.1.6. Kalın Bağırsak

Kör bağırsak (çekum), **kolon** ve **düz bağırsak** (rektum) bölümlerinden oluşan sindirim kanalının son organıdır. Kalın bağırsak yapısı, ince bağırsağa benzer. Ancak ince bağırsakta bulunan villuslar, kalın bağırsakta bulunmaz ve epitel hücrelerinin salgısında sindirim enzimi yoktur. Sadece **mukus** vardır. Mukus, bağırsak duvarını hasara karşı korur ve dışkıyı bir arada tutan yapışkan bir ortam sağlar. Safra sıvısında yer alan **bilirübin** kalın bağırsakta parçalanarak dışkının rengi verilir. Kolonda ise su, safra tuzları, sodyum ve klor iyonları ve burada yaşayan bakteriler tarafından sentezlenen B ve K vitaminlerinin geri emilimi gerçekleşir.

Bilgi Notu

Bilirübin: Karaciğer ve dalakta parçalanan alyuvarlardan açığa çıkan bilirübin safranın yapısına katılır. Safranın içinde safra pigmenti bilirübinin yanında su, sodyum bikarbonat, safra tuzları ve kolesterol vardır. Bilirübin kan veya idrar tahliliyle tespit edilebilir. Karaciğer ve safradan kaynaklanan hastalıkların tespiti ve kansızlık tayininde bilirübin değeri kullanılır.

Kalın bağırsakta çoğu zararsız olan birçok bakteri topluluğu yaşar. En çok görülen bakteri türü *Escherichia coli*'dir (Eşerişya koli). Bu bakterinin göl ve nehirlerdeki varlığı, lağım sularının arıtılmadan akarsulara karıştığını gösterir. Kolonda yaşayan çoğu bakteri, metabolizmalarının yan ürünü olarak metan, hidrojen sülfür gibi kötü kokulu gaz üretir. Bu gazlar anüs yoluyla atılır. Rektum, kalın bağırsağın son kısmıdır. İçeriğine **dışkı** denir. Dışkıda selüloz lifleri ve yaklaşık dörtte bir oranında bakteri bulunur. Rektum, anüsle dışarı açılır.

UYARI !

*Kolonun başlıca işlevi, kilüsten su ve elektrolitlerin emilimini ve dışkının peristalsis hareketlerle rektuma ulaşıncaya kadar depolanmasını sağlamaktır. Kolon zarı bakteriyel ya da viral enfeksiyon gibi etkenlerle tahriş olmuşsa suyun geri emilimi azalacağından **ishal** görülür. İshal, su ve elektrolit kaybına neden olur. Kalın bağırsakta sindirilmeyen maddeler uzun süre kalırsa suyun büyük kısmı geri emilir. Dışkı, kuru ve sert bir hâl alarak dışkılama zorlaşır. Buna **kabızlık** denir.*

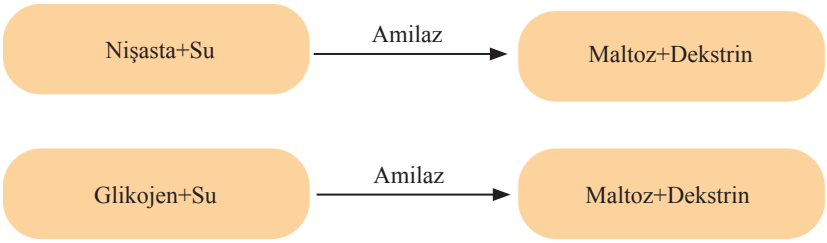
1.3.2. Sindirime Yardımcı Organlar

Sindirim sisteminde yardımcı bezler, sindirim sıvılarını sindirim kanalına boşaltarak besinlerin sindirilmesine yardımcı olur. Yardımcı yapılar; üç çift **tükürük bezi**, **pankreas, karaciğer** ve karaciğerin safra salgısını depolayan **safra kesesi**nden oluşur.

1.3.2.1.Tükürük Bezleri

İnsanda **kulak altı**, **çene altı** ve **dil altı**nda bulunan üç çift tükürük bezi vardır. Beyin sapındaki otonom sinirlerle tükürük bezi kontrol edilir. Uyarılar, tükürük bezlerinin işlevini arttırabilir veya baskılayabilir. Kişi, sevdiği bir besini yediği ya da kokladığı zaman tükürük salgısı sevmediği bir besine göre daha fazla salgılanır. Ağızda bulunan düz yüzeyli maddeler (örneğin fıstık) aşırı tükürük salgısına yol açarken yüzeyi pürüzlü olan maddeler sıklıkla salgıyı azaltır veya baskılar.

Tükürüğün ağız hijyeni ve sağlığı açısından çok önemli işlevleri vardır. Ağız, doku hasarına ve diş çürüklerine sebep olan patojen bakterilerle doludur. Bu bakteriler, tükürük salgısının içerdiği **lizozim** enzimiyle yok edilir. Ayrıca diş çürüklerine sebep olan ağızdaki asit, tükürük salgısının içerdiği **tampon bileşikler** sayesinde nötralleştirilir. Tükürük salgısı içindeki mukus, sindirime yardımcı olmak adına besinleri yumuşatır ve kaygan hâle getirir. Tükürük salgısı içinde bulunan enzimler kimyasal sindirimi başlatır. **Amilaz** enzimi (pityalin) ile nişasta ve glikojen, daha küçük polisakkaritlere (dekstrin) ve bir disakkarit olan maltoza parçalanır. Tükürüğün pH'si 6.2-7.4 arasındadır. Tükürük enzimleri en iyi bu pH değerleri aralığında çalışır.



UYARI ! *Tükürük salgısının yetersizliği sonucu ağız boşluğu dokularında diş eti hastalıkları ve diş çürükleri görülür.*

1.3.2.2. Karaciğer

Karaciğer, karın boşluğunun sağ üst kısmında yer alan vücudun en büyük organıdır. Sağ ve sol olmak üzere 2 büyük loptan oluşmuştur. Karaciğer hücreleri; atardamar, toplardamar ve kapı toplardamarı ile bağlantılıdır. Kan, karaciğer hücrelerine dalak, ince bağırsak, mide, pankreas ve kalın bağırsaktan gelen kapı toplardamarı ve kalpten çıkan aortun bir kolu olan karaciğer atardamarıyla gelir.

Karaciğer hücreleri, yağların sindiriminde etkin rol oynayan **safra**yı (öd) üretir. Karaciğer kanalından geçen safra maddesi, safra kanalıyla safra kesesine iletilir ve burada depolanır. Safrada **safra tuzları**, **su**, yaşlanmış alyuvarların parçalanmasıyla oluşturulan **safra pigmentleri** (bilirübin), **kolesterol** ve **bikarbonat iyonları** bulunur. Safra tuzları, yağların mekanik sindirimini sağlayarak ince bağırsaktaki lipazın etkisini arttırır. Yağların ve yağda çözünen vitaminlerin (A, D, E, K) emilimini kolaylaştırır. Safranın diğer bir rolü kandan, yaşlı alyuvarların parçalanması sonucu oluşan bilirübin ve kolesterolün fazlasını atmaktır. Safra içeriğindeki bikarbonat iyonları, bağırsak ortamını bazikleştirip pankreas ve bağırsak enzimlerinin etkisini de arttırır.

İnce bağırsaktan salgılanan kolesistokinin, safra kesesindeki safra sıvısının onikiparmak bağırsağına boşaltılmasını sağlar. Yenilen besinin içeriği, yağ bakımından zenginse midenin çalışmasını ve besinin sindirimini yavaşlatır. Sekretin ise karaciğerde safra üretimini uyarır.

Karaciğerin kanla ilgili önemli fonksiyonları da vardır. Kanın pıhtılaşmasında görev alan **trombojen** ve **fibrinojeni** salgılar. Damar içindeki kanın pıhtılaşmasını önleyen **heparini** üretir. Kansızlık durumunda ve embriyonik dönemde **retikulo endotel hücreleri** ile alyuvar üretir. Ömrünü tamamlamış alyuvarları, **kupfer hücreleri** ile parçalayarak safra pigmentlerini veya yeni sentezlenecek alyuvarlar için ham maddeyi oluşturur. Ayrıca alyuvar üretimini uyaran eritropoietin hormonu da üretir.

Karaciğer, provitamin A'yı (karoten), A vitaminine dönüştürür. Yağda çözünen A, D, E, K vitaminlerini, demir, amino asit, glikojen ve yağı depolar. Tüm bu işlevleri gerçekleştiren karaciğer, hücrelerinin yenilenme yeteneği ile organ nakillerinde de önemlidir.

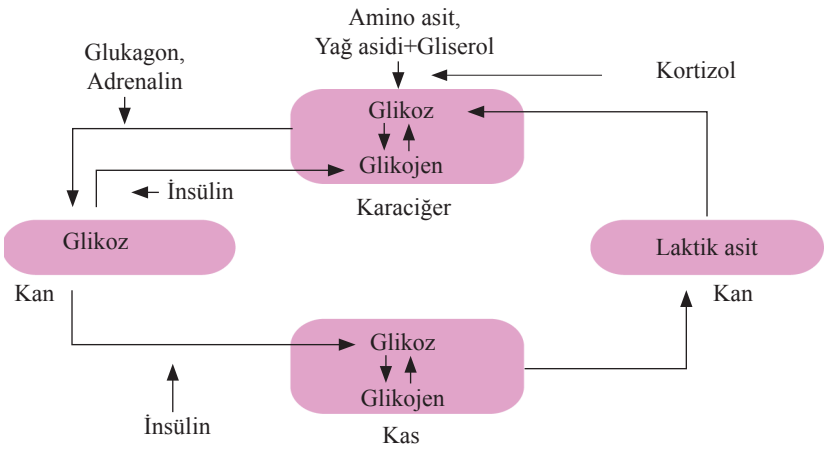
UYARI ! *Safra taşları; safradaki kolesterol, bilirübin, fosfolipit ve safra tuzları gibi safra içeriğindeki maddelerin arasındaki oran bozulduğu zaman oluşur. En çok görülen safra taşları, kolesterolün birikmesiyle oluşan kristalleşmedir. Yağ oranı yüksek besinlerle uzun süre beslenen kişilerde safra taşı oluşumu daha sık görülür.*

Bilgi Notu

Karaciğer: Üretim, salgılama, depolama, zararsız hâle getirme ve düzenleme gibi vücudumuz için hayati olan birçok fonksiyonu gerçekleştirebilen karma bez özelliğindeki organa karaciğer denir. Karaciğer çeşitli sebeplerden zamanla sertleşir, küçülür ve görevini yerine getiremezse geri döndürülemeyecek hasarlar oluşur. Bu karaciğer hastalığına **siroz** denir.

Araştıralım-Paylaşalım

Karaciğer parça nakli nasıl gerçekleştirilir? Sağlıklı bir birey kaç kez karaciğer parçası bağışlayabilir? Araştırınız, sonuçları sınıfınızda paylaşınız.



Görsel 1.68: Karaciğerde glikoz dengesinin düzenlenmesi

Karaciğer; karbonhidrat, protein ve yağların yapımını ve yıkımını gerçekleştirir. Özellikle besinleri glikoza veya glikojene dönüştürerek kan şekerinin düzenlenmesinde görev alır (Görsel 1.68). Proteinlerin hücrelerde yıkılmasıyla oluşan amonyağın üre veya ürik asite dönüşümünü sağlar. Ayrıca zehirli madde, alkol ve ilaçların olumsuz etkilerini gidererek zararlı maddelerin dolaşıma katılmalarını önler.

Hatırlatma

İnsan Fizyolojisi Ünitesi "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" bölümünde "Endokrin Bezler ve Hormonlar" konusunu hatırlamanız bu bölümün anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

1.3.2.3. Pankreas

Pankreas; insan vücudunda mide ile onikiparmak bağırsağı arasına yerleşmiş, hem iç salgı (endokrin) hem de dış salgı (ekzokrin) yapan karma bir bezdir. Endokrin bez olarak kan şekerini düzenleyen insülin ve glukagon hormonlarını salgılar. Ekzokrin bez olarak ise kimyasal sindirime yardımcı olan **sindirim enzimleri**ni (hidrolitik enzimler) ve mideden onikiparmak bağırsağına geçmiş kimüsün asidini nötralize eden **bikarbonat iyonları**nı salgılar. Pankreas öz suyunda bulunan **tripsinojen**, **kimotripsinojen** gibi inaktif formdaki sindirim enzimleri ve **karboksipeptidaz** enzimi, onikiparmak bağırsağına gönderilerek proteinlerin sindirilmesine yardımcı olur. Ayrıca nişasta ve glikojenin sindiriminde görev alan sindirim enzimi **amilaz**, yağ sindiriminde görev alan **lipaz**, nükleik asitlerin parçalanmasını sağlayan ise **nükleaz** enzimleri pankreasın enzimleridir.

1.3.3. Besinlerin Kimyasal Sindirimi

Besinler sindirim kanalında, sindirim organlarının ve sindirime yardımcı olan bezlerin etkisiyle hem fiziksel hem kimyasal sindirime uğrar. Fiziksel sindirim polimer yapılı olan karbonhidrat, protein ve yağların sindirilme yüzeylerini arttırırken kimyasal sindirim, polimerlerin enzim ve su yardımıyla hidrolize edilerek monomerlerine dönüşmesini sağlar. Kimyasal sindirim ağızda başlar.

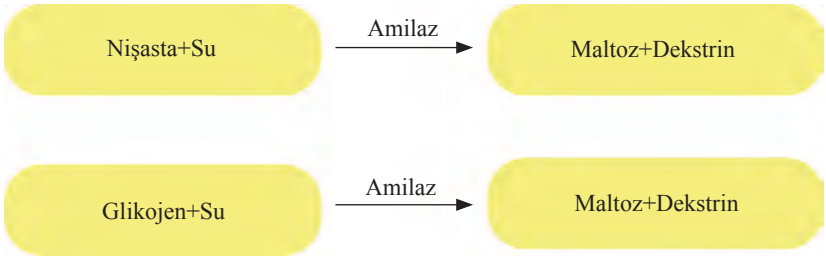
Yemek borusu, besinlerin mideye ulaşmasını sağlayan geçit bölgesidir ve burada sindirim görülmez. Mide ve ince bağırsağa ulaşan besinler, buralarda tek yönlü enzimatik tepkimelere uğrayarak yapı taşlarına ayrıştırılır.

Hatırlatma

Biyoloji dersi 9. sınıf içeriğinde yer alan "Canlıların Yapısında Bulunan Organik Bileşikler" konusunu hatırlamanız bu bölümün anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

1.3.3.1. Karbonhidratların Sindirimi

Karbonhidratların sindirimi; ağızda başlar, ince bağırsakta sonlanır. Nişasta ve glikojen polisakkaritleri, tükürükte bulunan amilaz enzimiyle daha küçük polisakkaritlere (dekstrine) ve maltoza parçalanır.

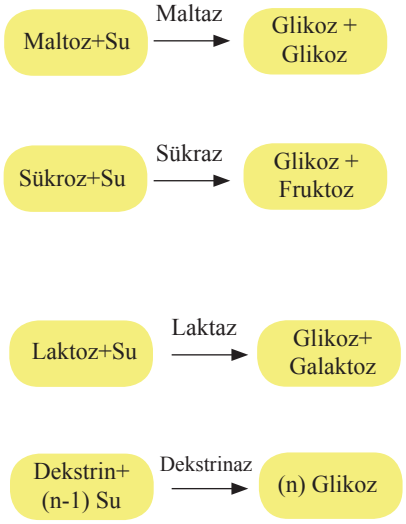


Ağızda sindirilemeyen nişasta ve glikojen; ince bağırsakta, pankreastan salgılanan amilaz enzimleriyle daha küçük polisakkaritlere (dekstrine) ve maltoza parçalanır.

Araştıralım-Paylaşalım

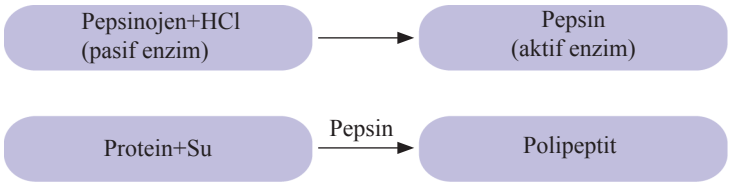
Bağırsaklarımızda yaşayan bakterilerin sindirime katkısı nedir? Araştırınız, sonuçları sınıfta paylaşınız.

Kimüsün gelişiyle ince bağırsak epitel hücreleri uyarılarak; **maltaz**, **sükraz**, **laktaz** ve **dekstrinaz** enzimlerini içeren bağırsak öz suyu salgılanır.

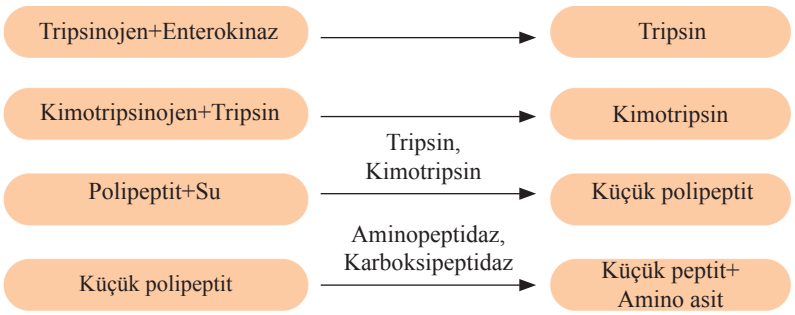


1.3.3.2. Proteinlerin Sindirimi

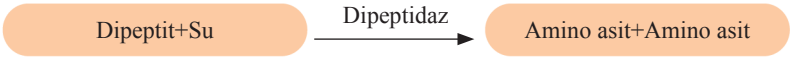
Proteinlerin sindirimi midede başlar, ince bağırsakta tamamlanır. Proteinler, midede pepsin enzimi ile küçük polipeptitlere ayrılır.



Pankreas, duodenum boşluğuna inaktif hâldeki protein sindiren enzimleri salgılar. Bağırsak epitelindeki **enterokinaz** isimli enzim, inaktif hâldeki **tripsinojen** enzimini aktif tripsin enzimine dönüştürür. Daha sonra tripsin, **kimotripsinojen** ve **prokarboksipeptidaz** enzimlerini aktifleştirir. Tripsin ve kimotripsin, polipeptitleri küçük polipeptitlere dönüştürür. Karboksipeptidaz, küçük polipeptitleri küçük peptitlere dönüştürür.

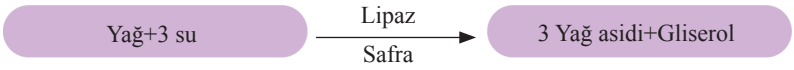


İnce bağırsak epitelinden salgılanan **aminopeptidaz** ve **dipeptidaz** enzimleri ile pankreastan ve ince bağırsak epitelinden salgılanan **karboksipeptidaz** küçük polipeptitleri amino asitlere dönüştürür.



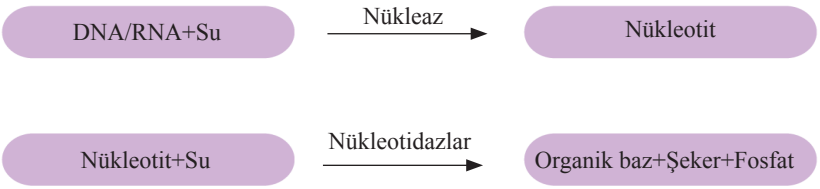
1.3.3.3. Yağların Sindirimi

Besinlerde bulunan yağlar, ince bağırsağa kadar sindirilmeden gelir. İnce bağırsakta safra tuzları tarafından fiziksel sindirime uğratılarak küçük yağ damlacıkları hâline getirilir. Ardından pankreasın **lipaz** enzimi sayesinde gliserol, yağ asitlerine dönüştürülür.



1.3.3.4. Nükleik Asitlerin Sindirimi

Nükleik asitlerin sindirimi pankreastan salgılanan **nükleaz** enzimi tarafından ince bağırsakta gerçekleştirilir. DNA ve RNA, pankreas nükleazı ile nükleotitlere ayrılır. Oluşan nükleotitler, ince bağırsak epitel hücrelerinden salgılanan **nükleotidaz** enzimlerinin etkisiyle azotlu organik bazlara, şekerlere ve fosfatlara ayrıştırılır.



Karbonhidrat, protein, yağ ve nükleik asitlerin insan sindirim sisteminde kimyasal sindirimi ve izlediği sindirim yolunu “Tablo 1.7”de görebilirsiniz.

Tablo 1.7: İnsan Sindirim Sisteminde Besinlerin Kimyasal Sindirimi

	Karbonhidrat Sindirimi	Protein Sindirimi	Yağ Sindirimi	Nükleik Asit Sindirimi
Ağız Boşluğu	Polisakkaritler (nişasta, glikojen) → Tükürük amilazı → Maltoz+ Dekstrin			
Mide		Proteinler → Pepsin → Küçük polipeptitler		
İnce Bağırsak (Pankreas Enzimleri)	Ağızda sindirilmemiş polisakkaritler → Pankreas amilazı → Maltoz ve dekstrin	Tripsin, kimotripsin → Küçük polipeptitler, amino asitler → Karboksipeptidaz	Yağlar → Safra tuzları → Yağ damlacıkları → Pankreas lipazı → Gliserol, yağ asitleri	DNA, RNA → Pankreas nükleazı → Nükleotitler
İnce Bağırsak (Epitel Enzimleri)	Disakkaridazlar → Monosakkaritler	Küçük peptitler → Karboksipeptidaz, Aminopeptidaz, dipeptidaz → Aminoasitler		Nükleotidazlar → Azotlu organik bazlar, şekerler, fosfatlar

Araştıralım-Paylaşalım

Besinlerin sindirimini kolaylaştıran veya zorlaştıran yiyecek ve içecekler var mıdır? Nedenini araştırınız. Sonuçları sınıfınızda paylaşınız.

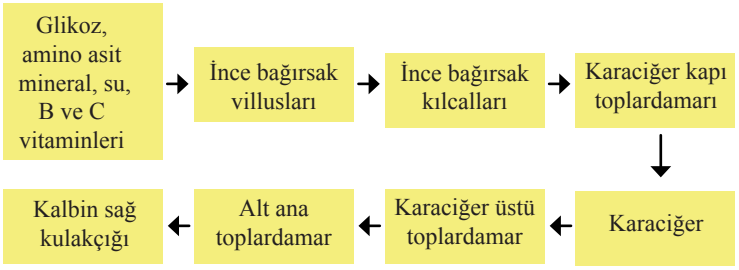
Deney 4

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler	**Çalışmanın Yapıldığı Tarih**
Çalışmanın Adı	İnce bağırsakta yağların sindirimi
Çalışmanın Amacı	İnce bağırsakta yağın sindiriminin nasıl gerçekleştiğini, kimyasal sindirimde enzimlerin yağlı besinler üzerinde nasıl etkili olduğunu kavrayabilme
Malzeme ve Materyaller	• Fenol kırmızısı • Süt • %0,5'lik NaOH (sodyumhidroksit) çözeltisi • Pankreas öz suyu ya da kasaptan alınan pankeras parçası • 2 adet deney tüpü • 2 adet beher • Bir adet pipet • Isıtıcı kaynak • Kaynar su • Saat
Etkinliğin Yapılışı	**Bilgi:** Fenol kırmızının rengi, yağ asitlerinin varlığında pembeye döner. • Her iki tüpe beşer ml pankreas çözeltisi konulur. • Tüplerden biri 1-2 dakika kaynar suda tutulur. Ardından iyice soğutulur. • Her iki tüpün içine 3 ml % 0.5'lik NaOH çözeltisi damlatılır. • Her iki tüpe beşer ml süt eklenip hemen ardından 1-2 damla fenol kırmızısı damlatılır. • Tüplerin ağzı kapatılarak çalkalama hareketi yapılır. • Sonuç olarak kaynatılmamış tüpte renk açılması (pembe renge dönüşüm) gözlemlenir. • Diğer tüp kaynatıldığı için enzim yapısı bozulmuştur. Sindirim gerçekleşmediğinden renk değişimi gözlenmez.
Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması	1. Ceviz yediğimizde pankreasın hangi enzimleri, neye etki eder? 2. Tüplerin içine 3 ml %0.5'lik NaOH çözeltisi eklememizin nedeni ne olabilir?
Kaynak	http://www.eba.gov.tr/video/izle/46509587366bff25d9acbb5dde-1a450f114b711436004 adresinden ince bağırsak bilgilerinizi gözden geçirebilirsiniz. (Erişim tarihi: 12.02.2018)

Ders Öğretmeni **Tarih/İmza**

1.3.4. Besinlerin Emilimi

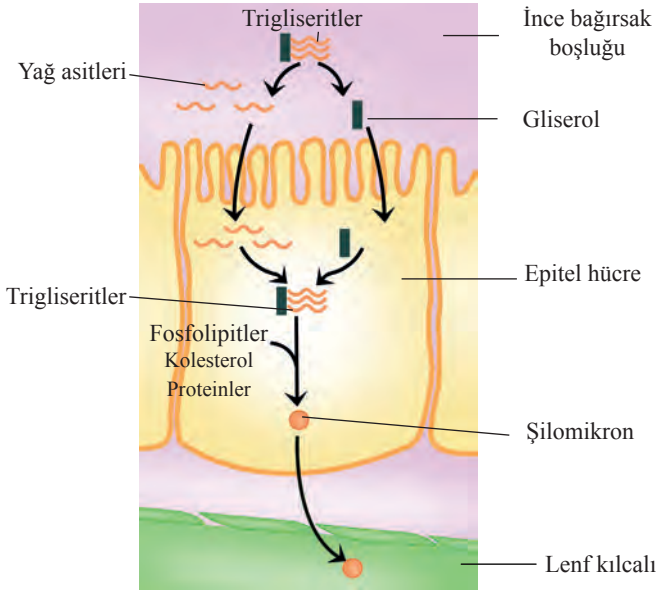
Beslenme yoluyla aldığımız monomer besinler, vitaminler ve mineraller; ağız, mide, ince bağırsak ve kalın bağırsakta emilerek dolaşım sistemine verilir. Sindirimi tamamlanmış besinlerin emilimi ince bağırsakta, bağırsak epitelinden **aktif** ya da **pasif taşıma**yla gerçekleştirilir. Örneğin, bağırsak boşluğundan epitel hücrelere fruktoz, amino asitler, vitaminler ve glikoz difüzyon ile geçebilirken amino asitler ve glikozun çoğu aktif de taşınabilir (Görsel 1.69). Buradan da kılcal kan damarına geçer.



Görsel 1.69: Glikoz, amino asit, mineral, su, B ve C vitamininin ince bağırsak villuslarında emilimi ve kan damarlarına karışma yolu

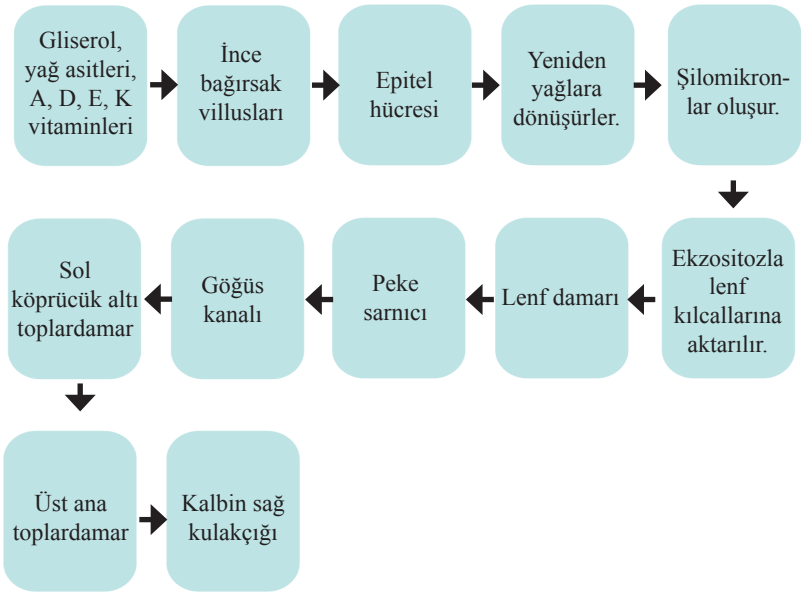
Besin maddeleri bakımından zengin kanı villuslardan uzaklaştıran kılcal damarlar, karaciğere doğrudan giden kapı toplardamarında birleşir. Sonra kan, karaciğerden kalbe, kalpten de diğer doku ve organlara iletilir. Bağırsaklardan toplanan kanın karaciğerde buluşmasının bazı avantajları vardır. Örneğin kan, dolaşımla tüm vücuda yayılmadan önce karaciğer tarafından besin içeriğindeki toksik maddeler etkisiz hâle getirilir. Kandaki fazla glikoz karaciğerde glikojen olarak depolanır.

Yağların sindirilmesiyle oluşan ürünlerin emilimi ve taşınması farklı bir yol izler. İnce bağırsakta lipaz aracılığıyla parçalanan yağlar, yağ asitleri ve gliserole dönüştürülür. Bu ürünler, epitel hücreleri tarafından emilir ve yeniden trigliserit oluşturulur. Ardından trigliserit; fosfolipit, kolesterol ve proteinle kaplanarak **şilomikron** denilen suda çözünebilir kürecikleri oluştururlar (Görsel 1.70).

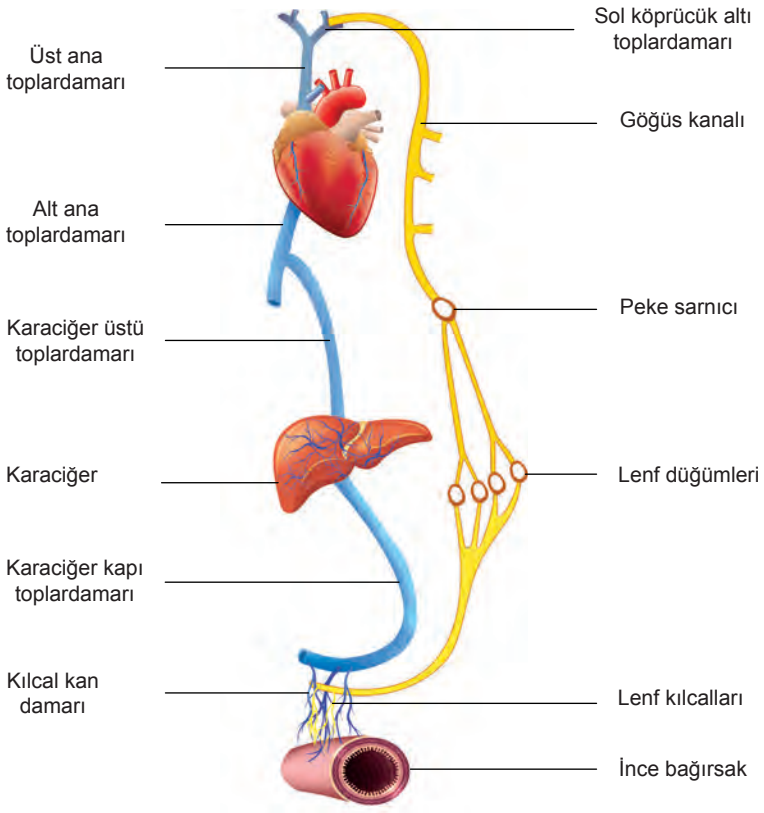


Görsel 1.70: Şilomikron oluşumu

Bağırsaktan çıkan şilomikronlar, lenf kılcallarına aktarılır. Lenf kılcallarındaki şilomikronları içeren lenf sıvısı, lenfatik sistemin daha büyük damarlarına geçer ve sonunda kanı kalbe götüren büyük toplardamara dökülür (Görsel 1.71-1.72).



Görsel 1.71 Gliserol, yağ asitleri ve A, D, E, K vitaminlerinin ince bağırsak villuslarında (tümürlerinde) emilimi ve lenf damarlarına karışma yolu



Görsel 1.72: Sindirilmiş besinlerin dolaşım sistemine katılma yolları

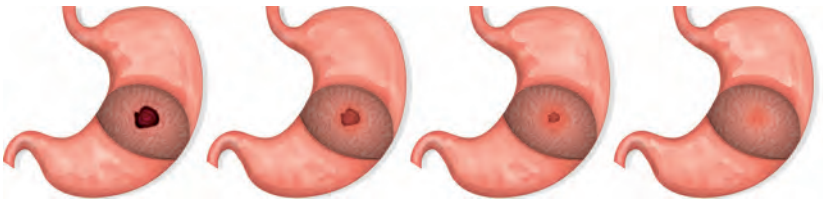
UYARI ! *Glikoz monomeri, bazı zehirler, ilaçlar ve iyonlar ağızda emilime uğrar. Alkol, aspirin, bazı zehirler ve bazı iyonlar midede emilir.*

1.3.5. Sindirim Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması

Reflü; sağlıksız beslenme, aşırı yağlı yiyecekler ve ilaç kullanımı gibi nedenlerle mide ağzındaki kapayıcı kasın gevşeyerek mide asidinin yemek borusuna geri kaçmasıyla oluşan hastalıktır. Bu nedenle mideden yemek borusuna asitli mide içeriği geçer ve yemek borusu mukozası, asitli sıvı nedeniyle hasar görür. Bu durum yanma hissini oluşturur. Hastalığın belirtileri; yemek borusunda yanma, yutkunma zorluğu, göğüs ağrısı, kuru öksürük ve ses kısıklığı şeklinde görülür. Genellikle mide asidini azaltıcı ilaçlar yardımıyla tedavi edilir. Hasta ilaçlara cevap vermediği takdirde hastaya cerrahi müdahale uygulanabilir. Reflüsü olan kişiler asitli ve baharatlı ürünler, alkol, hazır meyve suları, aşırı çay ve kahve tüketiminden kaçınmalıdır.

Gastrit, mide iç yüzeyindeki mukoza tabakasının yıpranması ve zarar görmesi durumudur. Yetişkinler başta olmak üzere tüm yaş gruplarında yaygın görülebilen bir hastalıktır. Başlıca nedenleri; bilinçsiz ve aşırı ilaç kullanımı, kafein, sigara kullanımı, yetersiz beslenme, *Helicobacter pylori* bakterisinin yol açtığı mide enfeksiyonları, stres ve radyoterapidir. Fakat yapılan araştırmalar, çoğu gastritin mide mukozasındaki kronik bakteriyel enfeksiyon sonucu olduğunu göstermektedir. Gastrit; karın ağrısı ve kramplar, mide bulantısı, kusma, iştah kaybı, şişkinlik, ağızda acı bir tat veya doygunluk hissiyle kendini gösterir. Bu hastalık, mide salgılarını giderek azaltır. Salgılamanın azalması, sindirimi ve emilimi azalttığı için kansızlık görülebilir. Genellikle gastrit tedavisinde asit baskılayıcı ilaçlar kullanılır. Eğer, gastrit bakteriyel kaynaklı ise antibiyotik tedavisi uygulanır. Gasrtrit kontrol altına alınmadığında daha geniş alanlara yayılarak ülsere dönüşebilir.

Ülser; kan akışının ve mukus salgısının azalması, *H. pylori* enfeksiyonu ve iltihaba bağlı aşınmalar nedeniyle oluşan hastalıktır. Böylece mide veya ince bağırsak mukozasının sindirimi gerçekleşirken sindirim kanalı hasar görür. Mide ve ince bağırsakta sık görülmekle birlikte ağız ve yemek borusunda da rastlanabilir. Ülser, temelde iki şekilde oluşabilir: Birincisi asit ve pepsinin mide mukozasından aşırı salgılanmasıdır. İkincisi ise sindirim kanalındaki mukoza bariyerinin, asit-pepsin karışımının sindirici gücüne karşı koyamamasıdır. Ülsere zemin hazırlayan diğer nedenler arasında sigara, alkol ve ilaç kullanımının artmasıdır. Ülser tedavisi için antibiyotik kullanımının yanı sıra antihistaminik özellikteki ve asit sekresyonunu baskılayacak ilaçlar tavsiye edilir (Görsel 1.73).

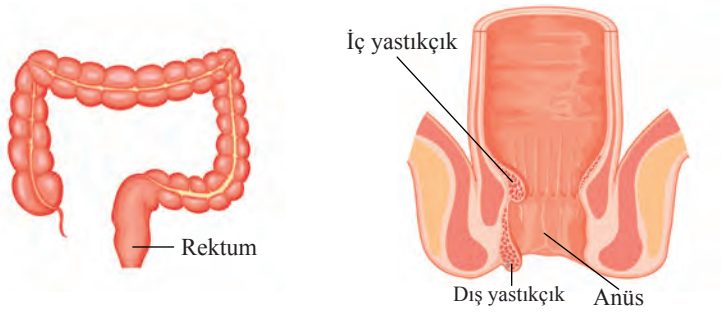


Görsel 1.73: Midedeki ülserin iyileşme süreci

Hepatit, karaciğerin bazı etkenlere bağlı olarak tahrip olmasıyla oluşan hastalıktır. Viral kökenli olan hepatitler, dünyada ve ülkemizde en sık görülen enfeksiyon hastalıklarıdır. Viral hepatitler virüsün tipine bağlı olarak Hepatit A, Hepatit B, Hepatit C, Hepatit D, Hepatit E, Epstein-Barr (Epsteyn bar) virüsünün yol açtığı hepatit ve herpes virüsü hepatiti olarak adlandırılır. Hepatit B ve C kan yoluyla bulaşır.

Tırnak makası, diş fırçası, tıraş bıçağı, dövme veya akupunktur iğnesi, manikür-pedikür malzemeleri ya da diş tedavisinde kullanılan ancak iyi sterilize edilmeyen delici ve kesici aletlerin ortak kullanımının yanı sıra cinsel yolla ya da kan ürünleriyle de bulaşabilir. Kanalizasyon sisteminin suyu iyi filtre etmemesi de hepatit hastalığının besin ve su aracılığıyla yayılmasına neden olur.

Hemoroit, Yunancada haima (kan) ve rhoos (akma) kelimelerinden oluşmuştur. Halk arasında **basur** olarak bilinir. Rektumda dışkı kontrolüne yardımcı olan kan damarlarınca zengin **hemoroidal yastıkçıklar** bulunur. Bu yastıkçıklarda şişme veya iltihaplanma olduğunda hemoroit hastalığı oluşur. Hemoroit bir bağ dokusu hastalığıdır. Rektumda iç ve dış hemoroitler hâlinde görülebilir. Bu durum anüs çevresinde kanamaya neden olur. Genetik faktörler, beslenme tarzı (diyet), sıvı tüketiminde yetersizlik, karın içi basıncı arttıran ıkınma hareketleri, anüs çevresinin bol su ile yeterince temizlenmemesi, sucuk, pastırma gibi besinlerin çok tüketilmesi nedenleriyle hastalık oluşabilir. Lif bakımından zengin lahana, kabak, pırasa gibi besinlerle beslenme, bol sıvı alınması, düzenli tuvalet alışkanlığı, sıcak su oturma banyosu veya ilaç tedavisi önerilmektedir. Hastalığın ileri derecelerinde cerrahi müdahale uygulanır (Görsel 1.74).



Görsel 1.74: Hemoroit

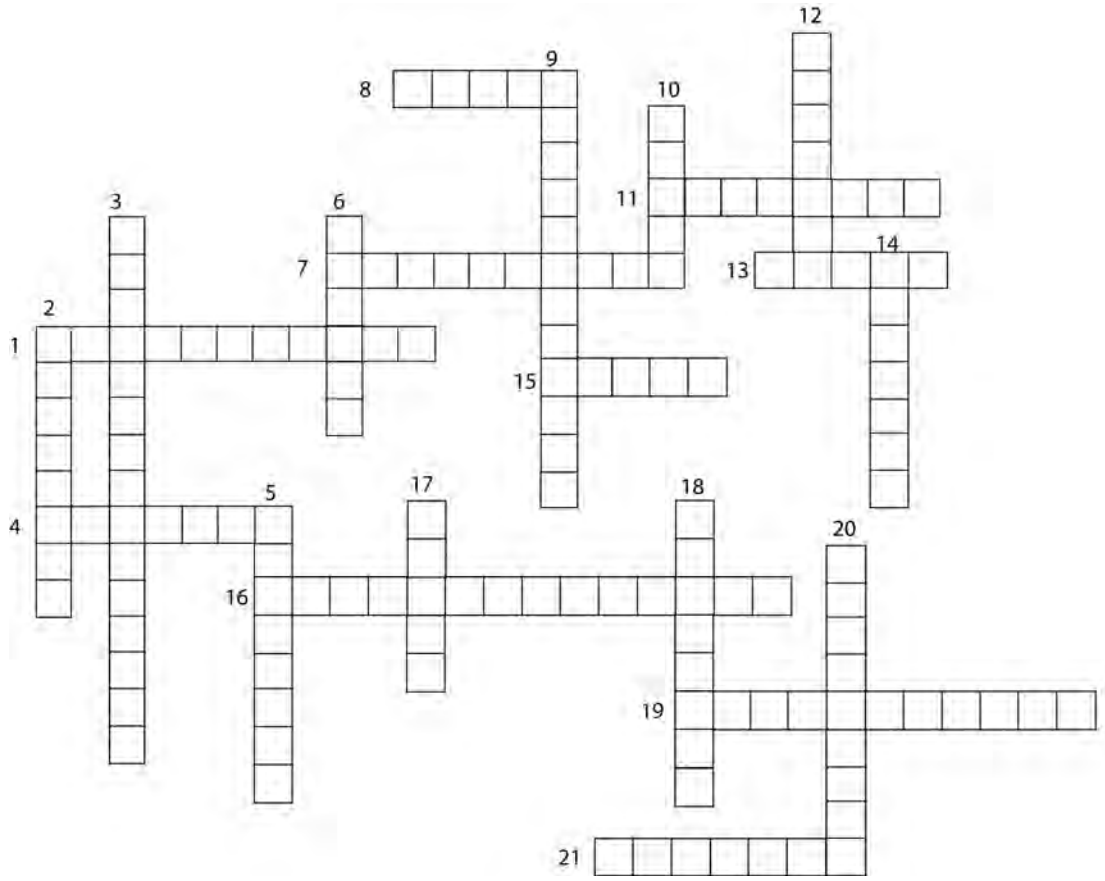
Araştıralım-Paylaşalım

Fast-food türü yanlış beslenmenin ve asitli içecek tüketiminin sindirim sisteminin sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini araştırarak bu tür beslenmeden uzak kalmaya katkı sağlayacak bir kamu spotu hazırlayanız. Tüm okul arkadaşlarınızla paylaşınız.

Antibiyotikler, enfeksiyona neden olan bakterilerle birlikte bağırsak ortamındaki sindirimden sorumlu bakteriler ile B ve K vitaminin sentezinden sorumlu olan yararlı bakterileri de yok eder. Bilinçsiz kullanılan ilaçların etkisiyle bağırsak boşlundaki pH değerinde meydana gelen değişiklik, enzimlerin çalışmasını da olumsuz etkiler. Besinlerin sindirim ve emilimi de aksar. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), uygun ve doğru antibiyotik kullanımını "**Klinik olarak tedavi etkisi maksimum, ilaçla ilgili yan etki ve mikrobiyal direnç gelişim riski minimum olan antibiyotiklerin etkin kullanımı**" şeklinde tanımlamaktadır. Doğru antibiyotik kullanımıyla ilgili bilgi düzeyinin artması için bireylerin eğitimine önem verilmelidir. Bu amaca yönelik eğitim programları düzenlenmelidir. Sindirim sistemi hastalıklarından korunmak ve sindirim sisteminin sağlığını sürdürmek için;

- Lifli besinlerin tüketimi arttırılarak düzenli ve dengeli beslenilmelidir.
- Aşırı yağlı yemeklerden, kafeinli ve asitli içeceklerden uzak durulmalıdır.
- Et ve süt ürünleri çiğ olarak tüketilmemelidir.
- Yenilen besinlerin çok sıcak veya soğuk olmamasına dikkat edilmelidir.
- Stresten uzaklaştıracak hobiler edinilmelidir.
- Yiyecekler, yavaş ve uzun süre çiğnenmelidir.
- Sindirim sisteminin düzenli çalışmasının devamını sağlamak için düzenli egzersiz yapılmalıdır ve bol su içilmelidir.

BULMACA



SOLDAN SAĞA

1. Sindirim kanalı duvarındaki kasların, besinin ilerlemesini sağlayan ritmik kasılmaları
4. Gırtlak
7. Yutulan besinin soluk borusuna geçmesini önleyen kıkırdak kapak
8. Midede kısmen sindirilmiş besin ve asit karışımı
11. Karaciğerin depolamak için kandaki glikozdan oluşturduğu madde
13. Dişin kan damarları ve sinirleri içeren bölümü, diş özü
15. İnce bağırsakta yağların kimyasal sindirimini gerçekleştiren enzim
16. Onikiparmak bağırsağına safra kesesinden safra akmasını ve pankreastan sindirim enzimlerinin salınmasını sağlayan ince bağırsak hormonu
19. İnce bağırsak epitel hücreleri tarafından salgılanan ve inaktif hâldeki tripsinojeni aktifleştiren enzim
21. Mide salgı bezlerinden salgılanan hormon

YUKARIDAN AŞAĞIYA

2. Tükürükte ve pankreasın sindirim enzimleri arasında bulunan, nişasta ve glikojeni hidroliz eden enzim, amilaz
3. Midede pepsinojeni aktifleştiren salgı
5. Pankreastan bikarbonat salınmasını ve karaciğerde safra üretimini uyaran ince bağırsak hormonu
6. Midede proteinleri küçük polipeptitler hâline getiren enzim
9. Safranın içinde bulunan ve yağların mekanik sindirimini sağlayan madde
10. Mide salgı bezlerini salgı yapması için uyaran sinir
12. Sindirim kanalının dış yüzeyini kaplayan doku türü
14. Yemek borusu dışında kalan sindirim kanalı bölümlerini kaplayan zar
17. Mide asidi ve sindirim enzimleri tarafından sindirim kanalında aşınmayla oluşmuş yaralar
18. Mideyle onikiparmak bağırsağı arasında bulunan sindirime yardımcı organ
20. Yaşlı alyuvarların karaciğer tarafından parçalanması sonucu oluşan safra pigmenti

SOLDAN SAĞA

1. Peristaltisis
4. Larinks
7. Epiglottis
8. Kimüs
11. Glikojen
13. Pulpa
15. Lipaz
16. Kolesistokinin
19. Enterokinaz
21. Gastrin

YUKARIDAN AŞAĞIYA

2. Ptyalin
3. Hidroklorik asit
5. Sekretin
6. Pepsin
9. Safra tuzları
10. Vagus
12. Bağ dokusu
14. Peritoneum
17. Ülser
18. Pankreas
20. Bilirübin

1. Ünite — Sindirim Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Tükürük bezlerinin, sindirim sistemine sağladığı avantajlar nelerdir?

.....

2. Mide öz suyu salgısı, midenin iç yüzeyine neden zarar vermez?

.....

3. Aşağıda sindirim kanalı boyunca verilen organ ve yapılarda gerçekleşen sindirim olaylarını sindirim varsa kimyasal sindirim ve fiziksel (mekanik) sindirim olarak belirtiniz. (Bir organda birden fazla sindirim tipi olabilir.)

Ağız:	Yemek borusu:..... .....
Mide:	İnce bağırsak: ....
Kalın bağırsak:	

4. İnce bağırsakta bulunan villus yapısının sindirim sistemi açısından önemini yazınız.

.....

5. Safranın görevlerini yazınız.

.....

6. Aşağıdaki tablolarda en sol sütunda sindirim kanalı organları verilmiştir. Üstteki satırda, organik besin polimerleri (a), enzim salgılayan bezler (b) verilmiştir.

6.1. Sindirim kanalı organlarında görülen organik besin polimerlerinin sindiriminin nerede gerçekleştiğini,

6.2. Sindirim bezlerinden hangi enzimlerin salgılandığını tablodaki komuta uyarak yazınız.

(a)	Varsa (+), yoksa (-) işareti ile belirtiniz.		
	Karbonhidratın sindirimi	Proteinin sindirimi	Yağın sindirimi
Ağız			
Mide			
İnce bağırsak			

(b)	Aşağıdaki bezlerden salgılanan enzimi sindirim kanalındaki uygun olan yere yazınız.			
	Tükürük bezi	Mide bezi	İnce bağırsak bezi	Pankreas
Ağız				
Mide				
İnce bağırsak				

7.-10. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Asitli ve gazlı içeceklerin içerisinde bulunan yüksek orandaki şeker, içecek tüketildikten yaklaşık 20 dakika kadar sonra kanda şeker oranını arttırıp insülin hormonu salınımını hızlandıracaktır. İçeriğindeki kafein kan basıncını arttırarak kalp ve damar hastalıklarına yakalanma riskini kolaylaştıracaktır. Mısır şurubu da obezite ve şeker hastalıklarının artışına neden olacaktır. Bu içeceklerin saklandığı kapların içi BPA (Bisfenol A) adı verilen bir malzeme ile kaplıdır. Bu malzeme endokrin bezlere zarar vererek kanser oluşumuna neden olmaktadır. Uzun vadeli tüketimleri böbrek taşı oluşumuna zemin hazırlamaktadır.

7. Asitli ve gazlı içecekler insülin hormonu salınımını nasıl etkiler?

.....

8. Kafein hangi sinirleri uyararak kalp atışını hızlandırmaktadır?

.....

9. Paragrafta yer alan besinlerle beslenen kişilerde başka hangi hastalıklar ortaya çıkabilir?

.....

10. Paragrafta yer alan besinlerin mide ve bağırsağa zarar verdiği düşünüldüğünde mide ve bağırsak için hangi çeşit besinlerin tüketilmesi gereklidir?

.....

11.-15. soruları aşağıdaki tabloya göre cevaplayınız.

1. Amino asit	2. DNA	3. B vitamini
4. Dipeptit	5. A vitamini	6. Glikojen
7. D vitamini	8. Su	9. Nötral yağ
10. Kalsiyum	11. C vitamini	12. Glikoz

11. Hangi moleküller inorganik yapılıdır?
.....

12. Hangi moleküller monomerdir?
.....

13. Hangi moleküller sindirime uğrar?
.....

14. Hangi moleküllerin yoğunluğu kapı toplardamarında diğerlerine göre daha fazladır?
.....

15. Hangi moleküllerin yapısında ester bağı vardır?
.....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere, doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

16. Hücre zarından kolayca geçebilen maddelere …… ….....madde denir.

17. Besinlerin hücre içine alınarak sindirilmesine …… .....sindirim denir.

18. Proteinlerin sindirimi ..... ve..... organlarında olur.

19. İnce bağırsak hücrelerinde bulunan parmak şeklinde sitoplazmik çıkıntılara ……..... denir.

20. Nükleik asitlerin parçalanmasını sağlayan enzimler ……..... ve .....enzimleridir.

21. Besinin onikiparmak bağırsağına girmesi ile salgılanan ..... hormonu, safra kesesinden ince bağırsağa safra boşaltılmasını sağlar.

22. Sindirim ürünlerini karaciğere ulaştıran damar, …… ….....dır.

23. Dişin en dış kısmını örten, vücudun en sert yapısı .... tabakasıdır.

24. Sindirim ve emilimin büyük kısmı ....……..... adlı organda gerçekleşir.

25. Safra salgısı içinde yağların mekanik sindirimini gerçekleştiren …….....bulunur.

26. Kalın bağırsakta su ve elektrolit emiliminin azalıp dışkının hızla ilerlemesi sonucu .... meydana gelir.

27. Aşağıda karaciğerin görevleri verilmiştir. Bu ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Glikozun fazlasını glikojen olarak depolar.	
İnsülin salgılar.	
Amonyağı üre veya ürik asite çevirir.	
A ve D vitamini depolar.	
Fibrinojen, protrombin gibi kan proteinleri ve heparini sentezler.	

28. Aşağıda kalın bağırsakla ilgili özellikler verilmiştir. Doğru ise "D" , yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Suyun geri emilmesini sağlar.	
Sodyum ve klor iyonlarının geri emilmesini sağlar.	
Sindirim enzimleri ile sindirilmemiş besinleri parçalar.	
Echerichia coli bakterileri burada yaşar.	
Peristalsis hareket kalın bağırsağın sonuna kadar uzanır.	

29. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

I. İnsülin salgılar. ( )	a) Tükürük bezi
II. Safra üretir. ( )	b) Mide
III. Kolesistokinin salgılar. ( )	c) Karaciğer
IV. Pepsinojen salgılar. ( )	ç) Pankreas
V. B ve K vitamini sentezleyen bakterileri barındırır. ( )	d) İnce bağırsak
	e) Kalın bağırsak

30. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

I. Pepsinojeni aktifleştirir. ( )	a) Mukus
II. Tripsinojeni aktifleştirir. ( )	b) Enterokinaz
III. Kimotripsinojeni aktifleştirir. ( )	c) HCI
	ç) Tripsin

31. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Ülser b) İshal c) Reflü ç) Kabızlık
d) Gastrit e) Hemoroit

	I. Mide mukoza tabakası iltihaplanır.
	II. Kalın bağırsakta su ve elektrolitlerin emiliminin azalması sonucu sıvı dışkı oluşur.
	III. Mide ve duodenumun mukozasında tahrip olmuş alanlar vardır.
	IV. Midenin asidik içeriğinin yemek borusuna geri kaçması yoluyla oluşur.
	V. Kalın bağırsakta, fazla miktarda su emilimiyle dışkının yavaş ilerlemesinden kaynaklanır.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

32. İnsan sindirim sisteminde besinlerin yapı birimlerine parçalanması için;
I. ATP'nin harcanması,
II. ortamın nötr özellikte olması,
III. suyun kullanılması
faktörlerinden hangileri her durumda gereklidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

33. Kimyasal sindirim (hidroliz) ile ilgili;

I. su ve enzimler yardımıyla gerçekleşir,
II. vitamin ve mineraller kimyasal sindirime uğrar,
III. ATP harcanır,
IV. hücre içinde ve dışında gerçekleşebilir

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve IV C) I, II ve III
D) III ve IV E) I, II, III ve IV

34. Aşağıdaki grafik, sağlıklı bir insanın sindirim kanalında X besin maddesinin miktarında meydana gelen değişimi göstermektedir.

Grafikteki değişime göre, X besini aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A) Nişasta B) Glikoz C) Polipeptit
D) Yağ asidi E) Amino asit

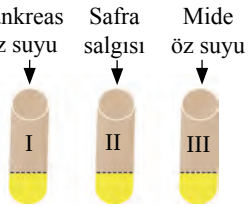
35. İnsanda sindirim sisteminde görev alan yapılardan hangisinin salgısında sindirim enzimleri yoktur?
A) Tükürük bezleri
B) Karaciğer
C) İnce bağırsak
D) Mide
E) Pankreas

36. İnsan vücudunda gerçekleşen;

Protein → Polipeptit → Dipeptit → Amino asit

biçimindeki sindirim tepkimesi için hangisi yanlıştır?
A) Besin sindirimi mide ve ince bağırsakta olmuştur.
B) Peptitlerin amino asitlere (yapı taşlarına) dönüşümü bazik ortamda gerçekleşmiştir.
C) Proteinlerin polipeptitlere dönüşümü asidik ortamda olmuştur.
D) Sindirim sırasında gastrin hormonu salgılanmamıştır.
E) Tripsin, pankreastan inaktif tripsinojen şeklinde salınmıştır.

37. İçlerinde çeşitli yağlar bulunan aşağıdaki tüplere farklı salgılar ekleniyor.



Tüpler uygun sıcaklıkta bekletildiğinde, hangi deney tüplerinde yağların kimyasal sindirimi gerçekleşebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

38. Sindirimde görevli maddelerden;

I. lipaz,
II. sekretin,
III. maltaz,
IV. kolesistokinin

hangileri ince bağırsak boşluğunda <u>bulunmaz?</u>

A) Yalnız I B) I ve III C) II ve III
D) II ve IV E) I, II, III ve IV

39. İnsan sindirim sisteminde duodenumdaki, asidik kimüsün nötralizasyonu sırasında;

I. pankreas öz suyunun salgılanması,
II. kimüsün duedonuma gelmesi,
III. sekretin ve kolesistokinin hormonlarının salgılanması

olayları, hangi sıra ile gerçekleşir?

A) I-II-III B) III-II-I C) II-III-I
D) I-III-II E) II-I-III

40. Yemeği yeni yemiş olan bir kişi, ardından tenis oynarsa sindirim güçlüğü çekebilir.

Bu durumun ana nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Otonom sinirler etkisiyle sindirim sistemindeki damarların daralması
B) Sindirim sisteminde kimyasal sindirimin hızlanması
C) Sindirim sisteminde sekresyonun azalması
D) Sindirim kanalında peristalsisin azalması
E) Sindirim kanalında besinlerin yapı taşlarının emiliminin azalması

41. Pankreas kanalları tıkanmış bir insanın önce iştahı artar ve çok yer. Ardından hızla kilo kaybetmeye başlar.

Bu durumla ilgili olarak;

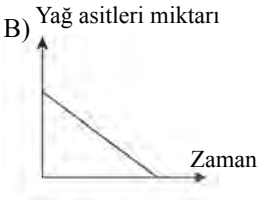
I. kortizol ve glukagon hormonlarının kana salınımının artması,
II. ince bağırsakta organik molekül emiliminin artması,
III. vücuttaki yedek besin depolarının kullanımının artması

olaylarından hangisi gerçekleşebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

42. Sağlıklı ve tok bir insanın ince bağırsağındaki yağ asitleri miktarındaki zamana bağlı değişim, hangi grafikte doğru olarak verilmiştir?

A)

B)


C)

D)

E)

43. Pankreastan salınan sindirim enzimleri;

I. glikozit bağı,
II. peptit bağı,
III. ester bağı

şeklindeki kimyasal bağlardan hangilerine etki eder?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

44. Aşağıdakilerden hangisi sindirim sisteminin sağlığının korunması için yapılması gerekenlerden biri <u>değildir</u>?

A) Lifli besin tüketimi arttırılmalıdır.
B) Kahve ve çay tüketimi azaltılmalıdır.
C) Yenilen besinlerin çok sıcak veya çok soğuk olmamasına dikkat edilmelidir.
D) Gerektiğinde antibiyotik kullanılarak B ve K vitamini sentezleyen bakteriler yok edilmelidir.
E) Yiyecekler yavaş ve uzun süre çiğnenmelidir.

Bölüm 4
Dolaşım Sistemleri

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenciler;

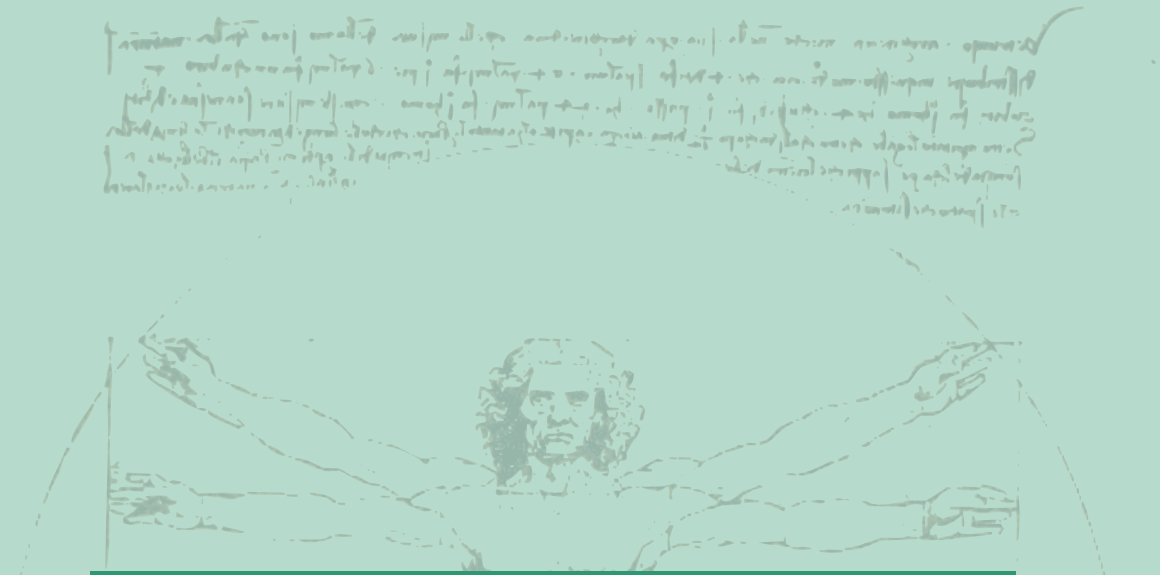
- ► Dolaşım sistemi yapı ve organlarını, görevleriyle ve görselleriyle birlikte tanır.
- ► Kalbin çalışmasına etki eden faktörleri ve etkilerini açıklar.
- ► Kan hücrelerinin yapı ve görevlerini açıklar.
- ► Kan ve kemik iliği bağışının önemini öğrenir.
- ► Kan ve lenf dolaşımını ilişkilendirir.
- ► Dolaşım sisteminin diğer sistemler içindeki yerini öğrenir. Özellikle denetleyici ve düzenleyici sistemlerle bağlantısını kurar. İbn Nefs'in çalışmalarını tanır.
- ► Kalp krizi, damar tıkanıklığı, kangren, varis, ödem gibi hastalıkları tanıyarak günlük hayatta karşılaştığı durumlarla ilişkilendirir.
- ► Dolaşım sisteminin sağlığını koruyucu tedbirlerin nasıl alınacağını öğrenir.
- ► Enfeksiyon ve alerji gibi durumları bağışıklıkla ilişkilendirir.
- ► Aşıların önemini kavrar, aşıların zaman içerisinde değiştirilmesinin nedenlerini açıklar.

Kavramlar ve Terimler

- Akyuvar
- Alyuvar
- Antijen
- Antikor
- Aşı
- Bağışıklık
- Damar
- Enfeksiyon
- İnterferon
- Kalp
- Kan
- Kan Bağışı
- Kan Dolaşımı
- Kan Grubu
- Lenf Dolaşımı
- Nabız
- Ödem
- Tansiyon

Bölüm İçeriği

- ► Kan Dolaşımı
- ► Lenf Dolaşımı
- ► Dolaşım Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması
- ► Bağışıklık (Savunma) Sistemi
- ► Dolaşım Sistemleri Ölçme ve Değerlendirme



Hazırlık Soruları

1 Tekleyen kalp ne demek? Şok ne demek? Nasıl yapılır?

2. Dağlarda yaşayan insanların yanakları neden daha kırmızıdır?

3. Spor yapmadan önce niçin ısınma hareketleri yapılır?

4. Aşırı sıcak havalar, insanlara neden zarar verir?

5. Grip aşısı neden her yıl değişiyor?

6. Hastalıkların tespitinde neden kan tahlili kullanılıyor?

7. Tuzlu yemekler kalbe niçin zarar verir?

8. Uzun süre ayakta kalır veya yatarsanız bacaklarınız morarır mı? Neden?

9. Düzenli egzersiz yaparsanız kalp atışınız artar mı, azalır mı? Neden?

10. Türkiye'de Kök Hücre Tedavi Merkezi var mı? Siz de kan ve kemik iliği bağışı yapabilir misiniz?

11. Ev tozu alerjisi (mite alerjisi) ve bahar alerjisi nasıl oluşur?

Oku-Yorum

Mobil Sağlık Alanında Trendler

Yıllar önce teknoloji ile ilgili bir yazı ya da konuşma büyük çoğunlukla "yakın bir gelecekte" diye başlar ve bu alandaki gelişmelerin ürünleri, hizmetleri, cihazları ve süreçleri nasıl değiştireceği anlatılırdı. Bunun için biraz daha beklenmesi gerektiği ve bu alandaki çalışmaların sürdürüldüğü, ilk prototiplerin üretildiğinden bahsedilirdi. Bu konu yazıyı okuyan ya da konuşmayı dinleyenin hayal gücü ile doğru orantılı olarak şekillenir ve ağızdan ağıza yayılırdı.

Bugünlerde o zamanlar bahsi geçen "yakın gelecek" geldi. Üzerine chip (çip) takılabilen her şey internet adı verilen devasa bir ağ sisteminin parçası olup veri transferine uygun hâle getirilebiliyor. Teknolojinin kendi içindeki devinimi bile öylesine hızlı ki yakın bir geçmişte "nesnelerin interneti" (internet of things) adı verilen bu trend yerini "her şey internet" (internet of everything) akımına bıraktı. Günlük hayatımızda kullandığımız her türden nesnenin internetle bağlantısı anlamına gelen bu yeni akım insanlık için yeni bir çağın başlangıcına işaret ediyor. Mobil iletişim teknolojileri ile donatılan nesneler sürekli olarak veri akışı sağlamakta ve elde edilen bilgiler büyük bir veri havuzu oluşturmaktadır. Büyük veri mobil cihazlar, bilgisayarlar, kredi kartları sensörlerle donatılmış otomobiller, toplu taşıma araçları, yollar, binalar, gündelik hayatta kullandığımız eşyaların her birinin ürettiği sonsuz sayıda verinin işlenmesiyle yeni bir yaşam tasarısını sağlıyor.

Bu gelişmeler bugünden yarına çok daha büyük değişimleri de beraberinde getirecek gibi görünüyor. Eğitimden sağlığa, eğlenceden ticarete hemen her alanda iş modellerinin yapısı ve süreçleri yeniden tanımlanıyor. Hâlen en fazla etkilenen iki alandan birisi eğitim diğeri sağlık. Çevrimiçi uzaktan eğitim sistemleri okulsuz eğitim sistemlerini yarattı. Okulsuz eğitim konsepti medikal alanda hastanesiz sağlık konseptini yaratmaktadır. Hasta-hekim ilişkisini yüz yüze olmaktan çıkaran farklı bir iş modeli dünyada kullanılmaya başlandı bile. Hipertansiyon, diyabet, aritmi, gebelik takibi, diyet ve benzeri birçok alanda geliştirilen mobil cihazların yardımıyla hastalar sürekli olarak sağlık verilerini uzaktaki hekimlere göndermekte ve hekimlerden gelen yönlendirmelerle sağlıklı bir şekilde hayatlarını sürdürmeyi başarmaktadırlar.

Mobil sağlık teknolojileri ile bilişim teknolojilerinin kesişim noktasında etkili olan trendleri şu şekilde sıralayabiliriz:

* Sağlık hizmetlerinde hasta-hekim ilişkisine dayanan yüz yüze deneyimi daha zengin bir içerikle ve de daha düşük maliyetle sunulacaktır. Mobil cihazlar, bilgisayarlar, uygulamalar yardımıyla diyabet hastalarının kontrolü, operasyon sonrası izleme, uzaktan izlenmeyi gerektiren onkoloji vakaları gibi alanlarda uygulamalardan yararlanılacaktır.
* Hasta kayıtları mobil sağlık hizmetlerinde hasta hekim ilişkisinin en önemli parçası hâline gelecektir. Mevcut durumda manuel olarak ve farklı merkezlerde tutulan kayıtlar tek bir merkezde tutulup analiz edilerek hastanın tedavisi ve izlenmesinde en büyük faydayı yaratacaktır.
* Sağlık sektörü ile ilişkili emeklilik fonları ve sigorta sektörü de ortaya çıkan yeni duruma göre yeniden konumlanarak maliyetleri ve fiyatları yeniden düzenleme ihtiyacı hissedecektir. Zira bireylerin sağlık kayıtları ile ilgili bilgiler sektörün daha şeffaf bir yapıya dönüşmesine yardımcı olacaktır. Hâlen beyan esasına göre fiyatlanan poliçeler kullanıcıların kayıtlarından elde edilen gerçek veriler kullanılarak yapılacaktır.
* Teknoloji bütün sağlık hizmetlerinin ülkelerin en ücra köşesine kadar 7/24 aynı standart ve kalitede ulaşmasına yardım edecektir. Bu yolla hasta-hekim ilişkisi hiç kopmadan sürekli hâle gelecek ve sektör büyük bir hızla büyüyecektir.[1]
* Tüm bunların yanı sıra yazılımlar yoluyla da pek çok hastalığın tanısı için gerekli işlemler çok daha hızlı gerçekleştirilebilecektir. Örneğin TÜBİTAK AR-GE desteği ile Türk mühendisler, biyologlar ve hekimler tarafından geliştirilen medikal cihaz; lösemi, lenfoma, talasemi, diğer anemiler ve trombosit hastalıkları gibi birçok kan hastalığına tanı konulmasında kullanılan eski standartları kendi yazılımındaki program sayesinde otomotize ediyor. İçinde bulunan mikroskopla hücre görüntülerini alıp yapay zekâ kullanarak bu hücreleri sınıflandırıp onlarla ilgili anormallikleri tespit etmek üzere çalışıyor. Tanı süresini kısaltıyor. Bu hastalıkların takibi sürecini kolaylaştırarak tedavi aşamasında da hem hastaya hem hekime kolaylık sağlamaktadır. Lifacell adı verilen cihaz, klinik veriler ile eğitilmiş yapay zekâ kullanıyor ve cihazın tüm sağlık kurumları tarafından kullanılabilir hâle gelmesi hedefleniyor.[2]

(Kaynakça:1: Temmuz 2016, http://www.tkv.org.tr/dergi.php, Prof.Dr. İbrahim KIRCOVA, Türk Kalp Vakfı Mütevelli Heyet Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi İBBF İşletme Bölümü Öğretim Üyesi, Kısaltılmıştır., 2: https://www.medikalakademi.com.tr/kan-hastaliklarinin-tani-ve-tedavisinde-yapay-zeka-emrinizde/. Kısaltılmıştır. Erişim Tarihi: 10.10.2017)

1.4 Dolaşım Sistemleri

1.4.1 Kan Dolaşımı

İnsanda vücut hücrelerinin ihtiyacı olan oksijen, besin ve hormon gibi moleküllerin hücrelere iletilmesi, atıkların uzaklaştırılması dolaşım sistemi ile sağlanır. Oksijenin doku ve organlara zamanında ulaşması yaşamsal önem taşımaktadır. Taşıma görevini üstlenmiş bu sistem; taşıma sıvısı olan kan, damarlar ve kanı pompalayan kalpten oluşmuştur. İnsanın dolaşım sistemine **kardiyovasküler sistem** adı verilmektedir. Damarlar, çeşitli çaplardaki borucuk ağıdır. Kalp, bu borularda dolanan sıvının pompalama mekanizmasını oluşturur. Bu pompalama mekanizması aracılığıyla vücudun ihtiyaç duyduğu besin maddelerini içeren kanın tüm vücuda dağıtılmasını sağlar. Kardiyovasküler sistem, sinir ve endokrin sistem tarafından kontrol edilir.

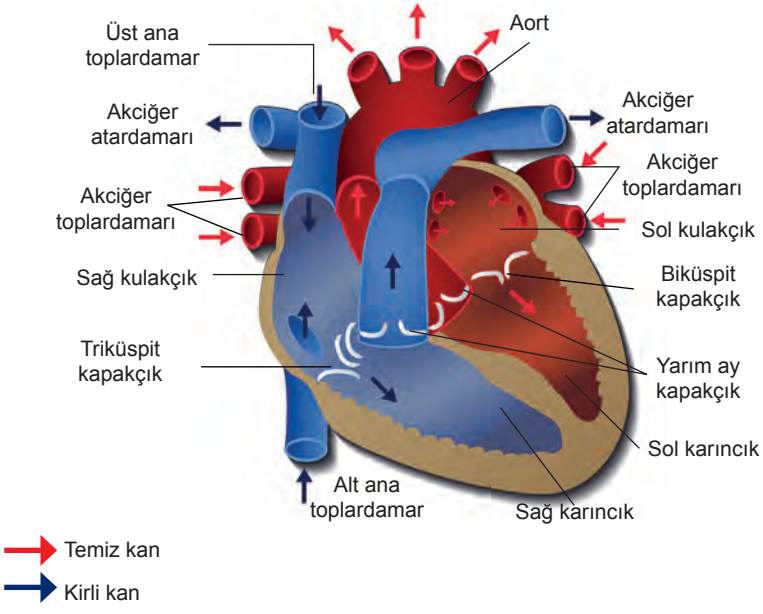
Bilgi Notu

Kardiyovasküler sistem: Kanı vücuda pompalayan kalp ile kanın vücuda dağıtıldığı damarlardan oluşan kapalı ağ sistemine kardiyovasküler sistem denir.

1.4.1.1. Kalp

Kalp; göğüs boşluğunun merkezine yerleşmiş, yumruk büyüklüğünde ve kan pompalama görevini üstlenmiş organdır. Kalp, bir pompa gibi çalışarak sağ yarısıyla akciğerlere, sol yarısıyla ise vücudun diğer organlarına kan pompalanmasını sağlar. 4 odacıklı olan insan kalbi, ikişer adet **kulakçık** (atrium) ve **karıncık** (ventrikül) adını alan odacıklardan oluşur. Kalbin üst kısmında yer alan odacıkları kulakçık, alt kısmında yer alan odacıkları karıncıklardır. Kulakçıklar, karıncıklar için ön pompadır, kanın karıncıklara geçişini sağlar. Karıncıklardaki basınç kulakçıklardan daha fazladır ve karıncıklar kanın tüm vücuda dağıtılmasında ana pompa görevini üstlenmektedir. Sağ karıncıktan akciğere, sol karıncıktan akciğer hariç diğer organlara kan pompalanır. Kalbin sol bölümündeki odacıklarında, akciğerlerden gelen oksijeni fazla olan **temiz kan** bulunur. Sağ bölümündeki odacıklarında ise vücuttan gelen karbondioksiti fazla olan **kirli kan** bulunur (Görsel 1.75).

Kalpte bol miktarda otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilen otonom sinir lifleri bulunur. Bu sinir lifleri, kalp atışını hızlandırır veya yavaşlatır.



Görsel 1.75: Kalbin yapısı

Kalp duvarının yapısı dıştan içe doğru; **perikart**, **miyokart** ve **endokart** olmak üzere üç tabakadan oluşmuştur:

Perikart, kalbin dış zarıdır. Çift katlı olan zarın arasını özel bir sıvı doldurmuştur. Kalbin çalışması esnasında sürtünmeyi azaltan bu sıvı **perikart sıvısı** adını alır. Perikart sıvısı, kalp atımında ortaya çıkan basıncın emilmesini sağlayarak akciğerlerin korunmasına yardımcı olur.

Miyokart, kalbin bir pompa gibi çalışmasına olanak sağlayan özel kas tabakasıdır. Kalp kası hücreleri, dallanmış çizgili kas yapısındadır fakat düz kaslar gibi istemsiz çalışır. Tüm kalp kası hücreleri, birbirine bağlıdır. Böylece fonksiyonel bir bütünlük sağlanır.

Miyokart kalbin kulakçıklarında ince, karıncıklarında ise kalındır. Sol karıncık duvarı sağ karıncık duvarından daha kalın bir miyokart tabakası içerdiği için daha güçlü kasılmalarla kanın kalpten tüm vücuda dağılımı kolaylaşır ve hızlanır.

Bilgi Notu

Koroner Damarlar: Aorttan ayrılarak tüm kalbin yüzeyini saran damarlardır. Koroner arterlerde yanlış beslenmeden kaynaklanan veya yaşlılık nedeniyle meydana gelen bozulma veya tıkanma kalbin beslenmesini önler ve kalp krizine (kalp enfarktüsü) neden olur. Koroner damarların bu şekilde tıkanmasına **ateroskleroz** denir. Koroner damarlardaki bu tıkanıklık, kalp kaslarını oksijensiz bıraktığından kalp kısa sürede durur.

Kalp kendi içindeki kandan faydalanamaz. Aorttan ayrılan ve kalbi besleyen **koroner damarlar** bu tabakada yer alır. Kalp gevşediği zaman, sağ ve sola ayrılmış hâlde bulunan koroner damarlar kalbi besler. Kalpte, koroner atardamarın kılcalları ağ oluşturarak kalbin besin ve oksijen ihtiyacını karşılar. Kalbin kan pompalama gücü zayıflayınca yeterli miktarda kan vücuda ve akciğerlere ulaşamayacağından otonom sinirler tarafından uyarılarak kalp atım hızı arttırılır.

Hatırlatma

"Destek ve Hareket Sistemi"nde öğrendiğiniz "Kalp Kası"nı hatırlamanız bu konuyu anlamanızı kolaylaştıracaktır.

Endokart (kalp iç zarı); ince tek katlı yassı epitel dokudan meydana gelen, kalbin iç yüzeyini örten zardır. Bu tabaka, **endotel** denilen epitel doku ve bunu miyokarda bağlayan bağ dokudan oluşmuştur. Oldukça kaygan ve pürüzsüz bir yapıya sahiptir.

Kalbin yapısında kanın geri akışını önleyen bağ dokudan yapılmış **kapakçıklar** bulunur. Kulakçıklar ile karıncıklar arasında olan **atrioventriküler** (AV) kapakçıklardan **üçlü kapakçık** (triküspit) kalbin sağ yarısında, **ikili kapakçık** (biküspit ya da mitral) sol yarısında yer alır. Bu kapakçıklar kanın, kulakçıklardan karıncıklara tek yönlü olarak geçmesine izin veren kapakçıklardır.

Akciğer atardamarı ve aortun kalpten çıktığı noktalarda **yarım ay** (semilunar) **kapakçıkları** bulunur. Bu kapakçıklar karıncıkların gevşemesi sırasında kapanarak damarlara pompalanmış kanın geri dönmesini önler. Kapakçığın görevini yerine getirememesi sonucunda kan akım hızı azalır. Bu durumda kalp kanın akım hızını artırmak için çalışmasını hızlandırır.

UYARI !

Yarım ay kapakçıkları, vücudun alt kısmındaki toplardamarların içinde de yer yer bulunur ve yer çekiminin tersi yönde kan akışını gerçekleştiren toplardamarlarda kanın geri çekilmesini önler.

Deney 5

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler — **Çalışmanın Yapıldığı Tarih**

Çalışmanın Adı

Kalp diseksiyonu

Çalışmanın Amacı

Memeli kalbinin yapısının incelenmesi ve kalpteki damarların gözlemlenmesi

Malzeme ve Materyaller

• Kuzu ya da dana kalbi • Diseksiyon (ameliyat) küveti • Bisturi
• Ameliyat makası • Steril eldiven • Pens

Etkinliğin Yapılışı

- Kalbi diseksiyon küvetine alarak dış yapısını özellikle damarlarını inceleyiniz. Kalbe bağlı dört adet anadamarın hangi damarlar olduğunu belirlemeye çalışınız.
- Ameliyat makasını kullanarak aort damarını keserek açınız ve yarım ay kapakçığını gözlemleyiniz.
- Bisturi kullanarak kalbi sol karıncığından açmaya başlayınız. Kesme işlemine sol karıncık duvarı boyunca devam ederek sağ karıncığa ve sağ kulakçığa kadar boylu boyunca keserek kalbi ayırınız.
- Karıncıkları birbirinden ayıran perdeyi en son keserek kesme işlemini tamamlayınız.
- Açtığınız kalbin iç kısmındaki kulakçık, karıncık, kapakçık liflerini ve kalbin sağ ve sol tarafındaki kas tabakasının farkını gözlemleyiniz.

Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması

1. Kalpteki koroner damarların görevi nedir? Bu damarların hasar görmesi nelere sebep olur?
2. Kalpteki damar çeşitleri nelerdir? Bu damarların görevlerinden bahsediniz.
3. Kalpteki kapakçıkların görevi nedir? Bu kapakçıkların hasarı nelere sebep olur?
4. Kalbin sağ ve sol tarafındaki kas tabakasının farklı olmasının sebebi nedir?

Kaynak

http://eduspace.free.fr/vs_pages/heart_dissection.htm veya https://www.homesciencetools.com/a/heart-dissection-project/ adresinden aşamalarını da gözlemleyebilirsiniz. (Erişim Tarihi: 17.10. 2017)

Ders Öğretmeni — **Tarih/İmza**

1.4.1.2. Kalbin Çalışma Mekanizması ve Çalışmasını Etkileyen Faktörler

Kalp, sürekli kasılıp gevşeyerek çalışır. Kalbin kasılmasına **sistol**, gevşemesine **diastol** denir. Kalp kasının yapısı iskelet kasına benzer ancak iskelet kasından farklı olarak tek lif hâlinde kasılabilme yetisi vardır. Böylelikle ritmik kasılma gerçekleştirebilir. Kalbin kasılması otonom sinir sisteminin kontrolünde gerçekleşir (Görsel 1.76). Aynı zamanda başlayan kasılmaları kontrol edebilen bir sistem de bulunmaktadır. Kalp çalışması dört farklı yapı tarafından kontrol edilir:

1. Kalpte uyarıların ilk çıktığı yer **sinoatrial düğüm** (SA) olarak adlandırılır. Kalbin atışını başlatır ve kasılma ritmini denetler. Bu nedenle belirleyici anlamında bu bölgeye **peysmeyker otoritmik hücre topluluğu** (biyolojik kalp pili) denir. Kalbin sağ kulakçığındaki SA, elektriksel impulslar üreterek kulakçıkların aynı anda kasılmasını uyarır. Sinoatrial düğüm, dakikada 70-80 kez impuls oluşturabilir. SA impulsunun artması **taşikardi**ye neden olur.

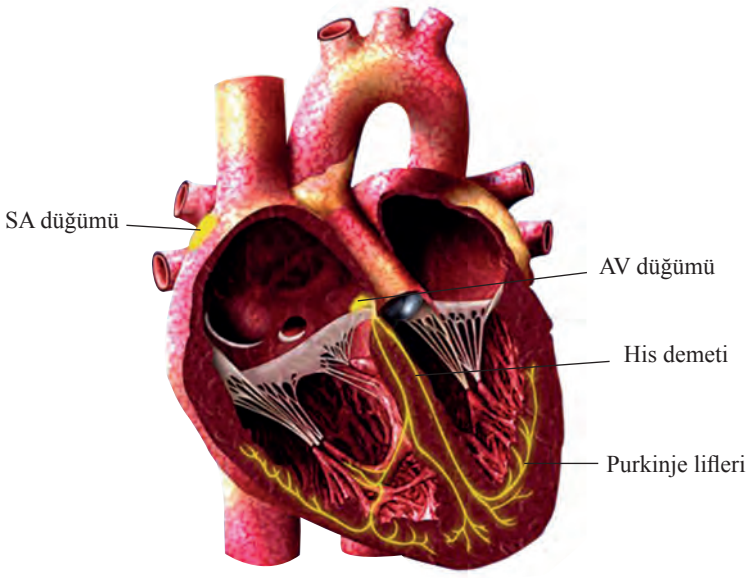
2. SA düğümden çıkan impuls, sağ kulakçığın arka duvarında, triküspit kapakçığın yakınındaki **atrioventriküler düğüm** (AV) denilen diğer bir otoritmik hücre topluluğuna ulaşır. AV düğüm, uyarının kulakçıklardan karıncıklara geçişini sağlar. İmpuls, AV düğümünde yaklaşık 0,1 saniye bekletilir. Bunun amacı, kanın kulakçıklardan karıncıklara pompalanmasını sağlamaktır.

3. Ardından AV düğümündeki impuls, özelleşmiş kas lifleri olan **his demetleri** ile karıncıkların sağ ve soluna doğru yayılarak kalbin uç noktalarına kadar iletilir.

4. İmpuls, his demetlerinin sağ ve sol kolları aracılığıyla **purkinje liflerine** ulaşır. Karıncık kaslarına dağılan his demetinin daha küçük dallarına purkinje lifleri denir. Purkinje lifleri, özelleşmiş kas lifleridir. Bu lifler, uyartıyı karıncık kaslarına ileterek karıncıkların kasılmalarını sağlar. Bu sayede impuls, tüm karıncıklara yayılır. Bu impuls sayesinde karıncıklar kasılır ve içlerindeki kan, akciğer atardamarlarına ve aorta pompalanır.

Bilgi Notu

Taşikardi: Kalbin kulakçıkları ve karıncıkları belli bir düzende ve ritmik olarak kasılır. Bu düzenin bozulmasına **aritmi** denir. Uyartıların artması, sinirsel etkiler, kalbi uyaran sinir ağının belli noktalarda bloke olması, kalbin farklı bölgelerinden uyartı oluşması gibi pek çok nedenle bu ritim bozulabilir. Kalp hızının bu nedenlerle artmasına **taşikardi** denir. Kalbin atım hızının yavaşlamasına **bradikardi** denir.



Görsel 1.76: Kalpte sinir düğümleri

His demetleri ve purkinje lifleri, SA ve AV düğümlerine göre daha düşük hızlarda, dakikada 15-40 kez impuls oluşturma özelliğine sahiptir.

Kalbin çalışması, kulakçık ve karıncıkların ritmik kasılma (sistol) ve gevşeme (diyastol) hareketleri ile gerçekleşir. Kanın kulakçıklara dolmasıyla başlayan ve bu kanın karıncıklardan kalbi terk etmesine kadar geçen süreçte gerçekleşen olaylara **kalp döngüsü** denir.

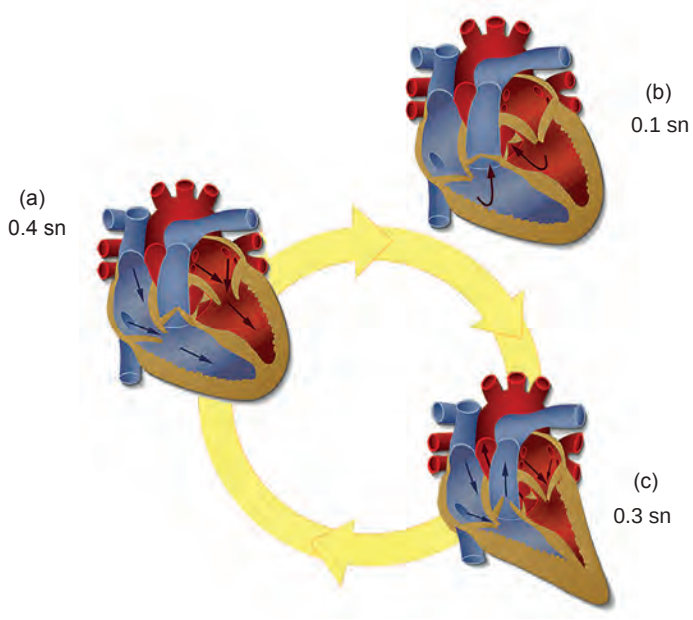
Kalbin kanla dolduğu gevşeme dönemiyle, kanı pompalayan kasılma dönemi bir kalp döngüsünü oluşturur. Dinlenme hâlindeki bireyin kalp döngüsü yaklaşık 0,8 saniye sürer. "Görsel 1.77"de bir kalp döngüsü şematize edilmiştir. (a) bölümünde kulakçıklar ve karıncıklar gevşeme hâlindeyken büyük toplardamarlardan gelen kan buralara dolar (0.4 sn). (b) bölümünde kulakçıkların kasılmasıyla kan, karıncıklara pompalanır (0.1 sn). (c) bölümünde karıncıkların kasılmasıyla kan, büyük atardamarlara pompalanır (0.3 sn). Böylece bir kalp döngüsü tamamlanmış olur.

Bilgi Notu

Kalbin çalışması: Kalbin çalışmasını düzenleyen atrioventriküler düğüm, dakikada 40-60 kez impuls oluşturabilir. His demetleri ve purkinje lifleri, SA ve AV düğümlerine göre daha düşük hızlarda, dakikada 15-40 kez impuls oluşturma özelliğine sahiptir. Kalp durması sırasında kalbin hangi bölgesinin çalışmadığı tespit edilip elektroşok cihazıyla o düğüm üzerine o düğümü çalıştıracak güçte şok verilir.

UYARI ! *Kalp atışı hızlanırsa kalp döngüsü de hızlanacağından kalp, odacıkların tam olarak kanla dolmasına izin verecek kadar gevşeyemez.*

UYARI ! *Bir kalp döngüsü sırasında kulakçıkların 0,7 saniye boyunca gevşemiş hâlde bulunup toplardamarlardan gelen kanla dolduğuna dikkat ediniz.*



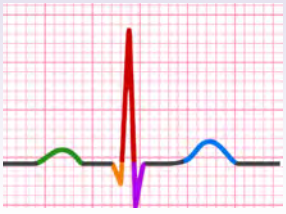
Görsel 1.77: Kalp döngüsü

UYARI ! *Kalbin sinirsel kontrolünün ana merkezi, omurilik soğanıdır. Bu ana merkez, uç beyin ve hipotalamusla birlikte çalışır.*

Kalpte uyarı ilerlerken uyartı sırasında oluşan elektriksel akım, kalbin çevresindeki dokulara da yayılır. Bu elektriksel akımın vücut yüzeyine yerleştirilen elektrotlar yardımıyla ölçülmesi yöntemine **elektrokardiyogram (EKG)** adı verilir. EKG, kalpte meydana gelen elektiriksel değişimleri gösterir. Ritim bozuklukları gibi kalp-damar hastalıklarının tanısında kullanılır.

Araştıralım-Paylaşalım

EKG (elektrokardiyogram) kalp döngüsünü gösteren grafiği kalpte meydana gelen elektriksel değişimleri göstermektedir. Buna göre kalpte meydana gelen bu değişimleri polarizasyon, depolarizasyon, repolarizasyon olayları açısından araştırınız. Araştırma sonuçlarını sınıfınızda paylaşınız.



Kalbin çalışması ve atım sayısı, bazı faktörler tarafından düzenlenerek kalbin değişen çevre koşullarına uyum göstermesi sağlanır. Bu faktörlerden bazıları kalp atışlarını hızlandırırken bazıları yavaşlatır.

Kalp atım hızını; otonom sinirlerden olan vagus sinirinden salgılanan asetilkolin hormonu, vücut sıcaklığının düşmesi, hücreler arasında aşırı miktarda potasyumun bulunması ve kalsiyum eksikliği gibi nedenler azaltır. Kafein ve tein gibi bazı kimyasal maddeler, adrenalin ve tiroksin hormonları, kandaki CO_2 yoğunluğu ise kalp atım hızını arttırır. Otonom sinirlerden salgılanan noradrenalin ile kalbin çalışması hızlanır. Kişi aşırı kan kaybettiğinde kalp, otonom sinirlerle uyarılır. Bu uyarı sayesinde kalp atım hızı dakikada 150-180 atıma kadar artabilir.

UYARI ! *Vücut sıcaklığının 15,5-21,1 °C' ye kadar düşmesiyle görülen hipotermi, ölümle sonuçlanabilir. Bu gibi durumlarda kalp atım hızı dakikada birkaç atıma kadar düşer.*

Karıncıkların kasılması sonucu kanın atardamarlara geçmesiyle, atardamarların duvarında gerilme olur. Her seferinde gerçekleşen bu ritmik gerilmelere **nabız** denir. Bir dakikadaki nabız sayısı, kalp atım hızını verir. El bileği ya da boyunda bulunan atardamarlardan nabız hissedilebilir.

Sağlıklı bir kalp, steteskopla dinlendiğinde genellikle "lap, dap, lap, dap" sesleri duyulur. "Lap" sesi, kanın kapalı olan atriyoventriküler (AV) kapakçıklara çarpmasıyla, "dap" sesi ise kanın, kapalı olan yarım ay kapakçıklarına çarpmasıyla oluşur. Kalpte bulunan bu kapakçıkların yapısının doğuştan bozuk olması veya sonradan bozulması sonucu kan, kapakçıktan ters yöne doğru fışkırabilir. Bu fışkırma sırasında tıslama şeklinde bir ses duyulur. Bu duruma **kalp üfürümü** adı verilir. Kalp üfürümü doğuştan olabilir ve çoğu kişide dolaşımı önemli ölçüde etkilemez. Etkileyecek boyutlarda ise kapakçık ameliyatı yapılabilir.

Bilgi Notu

Sıvı basıncı: Sıvının birim yüzey üzerinde uyguladığı kuvvete sıvı basıncı denir ve ölçü birimi fizyolojide genelde mmHg'dır. Kan akım hızı (debi) birim zamanda taşınan kan hacmidir ve birimi mL/dak'dır. Basınç farkı olan iki nokta arasında kanın ne kadar zor aktığının hesaplanmasına direnç denir. Direnç kanın akım hızına karşı koyan sürtünmenin bir ölçüsüdür. Basınç aynıyken direnç artarsa kanın akım hızı düşer. Dirence sebep olan 2 faktör vardır: 1. Kanın viskozitesi (yoğunluğu): Kan hacmi ve kırmızı kan hücrelerinin sayısı kanın yoğunluğunu etkiler. 2. Kan damarı çapı: Direnç, gevşemiş damarlarda azalırken daralmış damarlarda artar. Bu durum, damar sistemindeki direncin dakika dakika kontrolü için en büyük yardımcıdır.

Kanın, atardamarlar çeperine yaptığı **sıvı basıncı**na **tansiyon** adı verilir. Karıncıkların kasılması sonucu oluşan basınca **büyük tansiyon** (sistolik basınç), gevşemesi sonucu oluşan basınca **küçük tansiyon** (diastolik basınç) adı verilir.

Tansiyon, **tansiyon aleti** (sfigmomanometre) ile ölçülür ve ölçüm değeri **milimetre cıva** (mmHg) olarak ifade edilir. Genellikle kalple aynı hizaya getirilmiş koldaki bir atardamardan ölçülür. Sağlıklı bireylerde tipik olarak büyük tansiyon 120 mmHg, küçük tansiyon 80 mmHg olarak ölçülür.

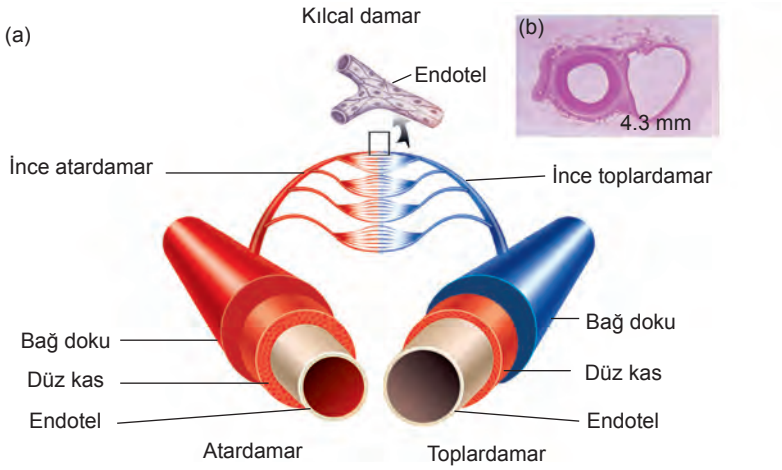
Hatırlatma *Bu konunun anlaşılması için fizik ve kimya dersinde gördüğünüz basınç konusuyla bağlantı kurunuz.*

Dokuda kan akım hızı, dokunun ihtiyacına göre düzenlenir. Dokunun aktif olduğu zamandaki ihtiyacı, dinlenme hâlindekinden fazladır. Bu durumun ayarlanmasında sinirsel sinyallerle kalbin pompalama gücü artar. Toplardamarlar ve çevresindeki kaslar ile atardamar yapısındaki kaslar kanın taşınma hızının ayarlanmasına destek olur. Bu durum kanın taşınma hızını birkaç kat arttırabilir.

Düzenli antreman yapan atletlerde normal bir insanın kalbine oranla daha büyük ve kuvvetli bir kalp bulunur. Bu durum, istirahat hâlinde bile daha büyük bir atım hacmine sahip kalp anlamına gelir ve kan dolaşımının çabuk gerçekleşmesine bağlı olarak kalp atım hızının yavaşlamasına sebep olur.

1.4.1.3. Kan Damarlarının Yapısı ve Görevleri

İnsan vücudunun su, besin, oksijen ve atıklarını taşıyan kanal ağı sistemini damarlar oluşturur. Bu kanal ağı şehrin su şebekesi gibi düşünülebilir ve canlılığın olmazsa olmazıdır. Üç tip damardan oluşmuş kanal ağ sisteminde atardamarlar, toplardamarlar ve kılcal damarlar yer almaktadır. Kan damarlarının en iç kısmını **endotel tabakası** (endotelyum) kaplamıştır. Tek sıra yassı epitel hücrelerden oluşan endotel tabakası damarların iç yüzeyini örter ve pürüzsüz bu yüzey kan akışını kolaylaştırır. Kılcal damarlar sadece endotelyumdan yapılı iken atar ve toplardamarların en iç kısmında endotelyum bulunmaktadır.



Görsel 1.78: Atardamar, kılcal damar, toplardamar yapısı (a) ve mikroskobik görüntüleri (b)

Endotel tabakanın üst kısmında damarın özel görevine bağlı olarak kalınlığı değişen düz kas tabakası yer alır. Atar ve toplardamarların duvar yapısında yer alan **düz kas tabakası**, kasılıp gevşeyerek kanın damar içinde ilerlemesini kolaylaştırır ve kanın tüm vücudu dolaştığı büyük dolaşımın gerçekleşmesini sağlar. Düz kas tabakasının kontrolü, otonom sinir sistemi tarafından sağlanır. Düz kas tabakası içerisinde yer alan elastik lifler de kasılıp gevşeme hareketinin gerçekleşmesine katkı sağlar. Atardamarların düz kas tabakası kan basıncına dayanacak güçte ve kalınlıktadır. Toplardamarlarındaki düz kas tabakasının kalınlığı atardamarların düz kas tabakası kalınlığının üçte biri kadardır.

Atar ve toplardamarların en üst kısmında **bağ doku**dan yapılmış olan koruyucu bir dış tabaka bulunur. Bağ doku yapısındaki elastik lifler atardamarda fazla, toplardamarda ise az bulunur. Damarların ısı değişimleri karşısında büzülüp gevşemesini kolaylaştıran bu lifler, yaşlılığa ve beslenmeye bağlı olarak elastikiyetini kaybettiğinde **damar sertliği** (**ateroskleroz**) hastalığı gelişir. Damar sertliği hastalığı kan basıncının artmasına yol açar.

Atardamarlar, karıncıklardan çıkan kanı doku ve organlara taşıyan damarlardır. Sol karıncıktan vücudun en büyük atardamarı olan aort çıkar. Aort oksijen yoğunluğu fazla olan temiz kanı, akciğer dışındaki organ ve dokulara taşır.

Sağ karıncıktan çıkan atardamar, karbondioksit yoğunluğu fazla olan kirli kanı akciğere taşır. Bu damar, akciğer atardamarı adını alır. Aorttaki basınç yaklaşık 100 mmHg'dır. Atardamarların gerilme özelliği, kalpten alınan basınçlı kanın dokulara kadar taşınmasında etkili olur.

Kılcal damarlar, hücreler ile kan arasındaki madde alışverişinin gerçekleşmesi için sadece tek sıra yassı epitel dokudan (endotel) oluşur. Kılcal damarlar atar ve toplardamar arasında yer aldığından kan vücut boşluklarına dökülmeden kapalı bir sistem içinde dolaşır.

Tüm vücuda yayılan en ince ve en yaygın damarlardır. İnce çeperli yapısı ve geniş alana yayılmasından dolayı kılcal damarlarda kan basıncı düşüktür. Kılcal damarlar, bu düşük basıncın sağladığı yavaş kan akımı sayesinde, kanın içeriğindeki besin ve oksijenin dokulara daha kolay ulaşmasını sağlar. Aynı zamanda metabolik atıkların da kılcal damarlara verilmesi bu sayede kolaylaşır. Kılcal damarlardaki kan ile hücre doku sıvısı arasındaki madde alışverişi difüzyon ve süzülme ile gerçekleşir.

UYARI ! *Kılcal damarlar üst deride, göz merceğinde, korneada ve kıkırdak dokuda yoktur.*

Toplardamarlar, kanı organlardan toplayıp kalbin kulakçıklarına doğru taşıyan damarlardır. Karbondioksit yoğunluğu yüksek olan kirli kan kalbin sağ kulakçığına, oksijen yoğunluğu yüksek olan kan (akciğer toplardamarı ile) sol kulakçığa getirilir. Vücudun sağ ve solundan gelen toplardamarlar birleşerek kalbe girer. Bu birleşme yerinde toplardamarın içindeki basınç sıfırdır.

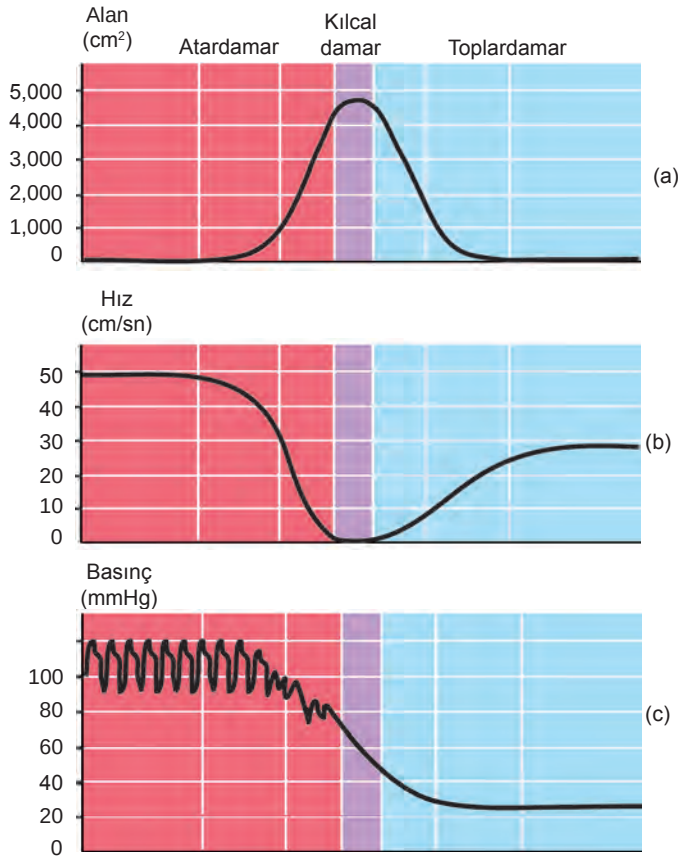
Toplardamarlar tüm damarlar arasında en fazla gerilebilme yeteneğine sahiptir. Bu yüzden gerektiğinde dolaşımın başka bir yerinde kullanılmak üzere büyük miktarda kanın depolanması için toplardamar kullanılabilir.

UYARI ! *Kanı kalpten çıkaran ve organlara götüren damarlar atardamar, organlardan çıkan kanı kalbe getiren damarlar toplardamarlardır. Ancak karaciğere iki damar girer, bu damarlar karaciğer atardamarı ve kapı toplardamarıdır. Karaciğerden bir damar çıkar, bu damar da karaciğer toplardamarıdır.*

Atar, toplar ve kılcal damarlarda kanın akış hızı farklıdır. Yapılarındaki kas tabakasının kalınlığı, damar çaplarındaki farklılık, kılcal damarların oluşturduğu yüzey alanının çok büyük olması bu damarların kan akış hızının farklı olmasının nedenleridir. Kanın kılcallardaki akış hızı saniyede 1 mm kadar, aorttaki akış hızı ise saniyede 40-50 cm kadardır.

Kan kılcallarından geçip toplardamarlara erişen kanın akış hızı toplardamarlarda artar. Bunun nedeni yüzey alanlarının kılcal yüzey alanından daha az olmasıdır. Tüm sıvılar gibi kan da yüksek basınçlı bölgelerden alçak basınçlı bölgelere doğru akar. Karıncıkların kasılmasıyla her yöne yayılan bir kan basıncı oluşur ve kanın, en yüksek basınçlı yer olan kalpten uzaklaşmasını sağlar (Grafik 1.3).

UYARI ! ***Kan akış hızı:*** *Atardamar>Toplardamar>Kılcal damar*
Kan basıncı: *AORT>Atardamar>Kılcal damar>Toplardamar>Ana Toplardamar*



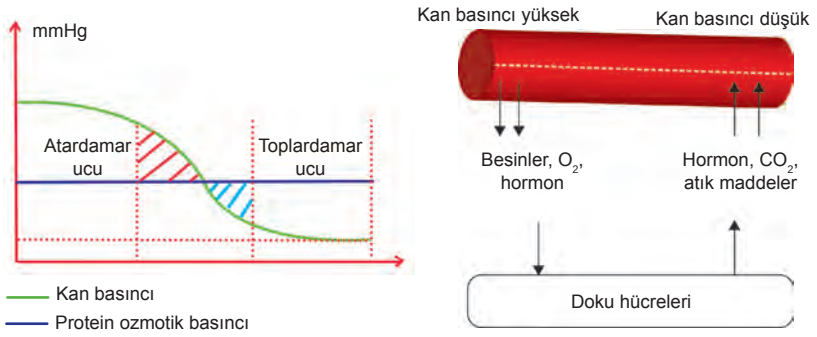
Grafik 1.3: Atardamar, Toplardamar, Kılcal Damarların Yüzey Alanı (a), Kan Akış Hızı (b), Kan Basıncı (c) Grafikleri

Kılcal Damarlarla Hücreler Arasında Madde Alışverişi [Starling (Starlin) Hipotezi]

Dolaşım sisteminin en önemli işlevi olan hücrelerle kan arasındaki madde alışverişi kılcal damarlarda gerçekleşir. Vücutta toplam yüzey alanı 500-700 metrekare olduğu düşünülen kılcal damarlar, bu görevi yerine getirir. Kılcal damarlarla hücreler arasındaki madde alışverişi, doku sıvısı ortamında gerçekleşir. Doku sıvısı; hücreler arası boşlukta yer alan kılcal damarlardan dışarı çıkabilen, birçok organik ve inorganik maddeyi içeren sıvıdır. Doku sıvısı içinde besin maddeleri, üre, ürik asit, kreatin gibi metabolizma ürünleri, çeşitli iyonlar, su, solunum gazları (O_2, CO_2) bulunur. Doku sıvısında alyuvar ve büyük kan proteinleri bulunmaz (Grafik 1.4).

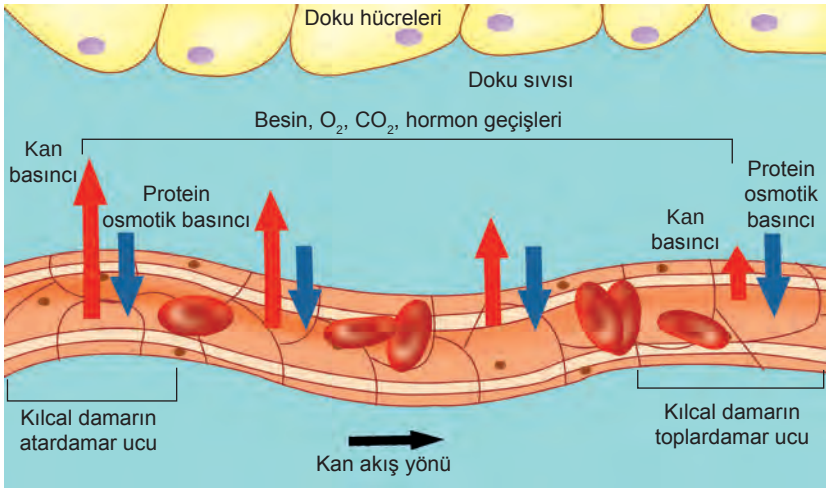
Araştıralım-Paylaşalım

Kanın damarlarda taşınmasına yer çekiminin, çizgili kasların, soluk alıp verme mekanizmasının ve kalbin negatif emme gücünün etkisini araştırıp sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.



Grafik 1.4: Damarlardaki Kan Basıncı ve Ozmotik Basınç Grafiği

Kan basıncı, kalbin kasılmasıyla oluşan sıvı basıncıdır. Kılcal damarlar içindeki kandan hücreler arası sıvı olan doku sıvısına doğru su ve maddelerin geçişini sağlar. Madde geçişlerini; kan basıncı, kandaki protein osmotik basıncı ve dokular arasındaki sıvıların osmotik basıncı arasındaki fark sağlar (Görel 1.79).



Görsel 1.79: Kılcal damarla doku sıvısı arasında madde alış verişi

Kılcal kan damarlarında atardamar ucundan, toplardamar ucuna doğru gidildikçe kan basıncı azalır. Fakat kan protein osmotik basıncı, kılcal damarlar boyunca sabittir. Kan basıncının, protein osmotik basıncından büyük olduğu yerde, kılcal damarlardan doku sıvısına besin ve madde geçişi; protein osmotik basıncının büyük olduğu yerlerde ise kılcal damara atık maddelerin geçişi hızlanır. Kılcal damarlarda gerçekleşen madde alışverişini açıklayan bu olaylar **Starling Hipotezi** olarak adlandırılır.

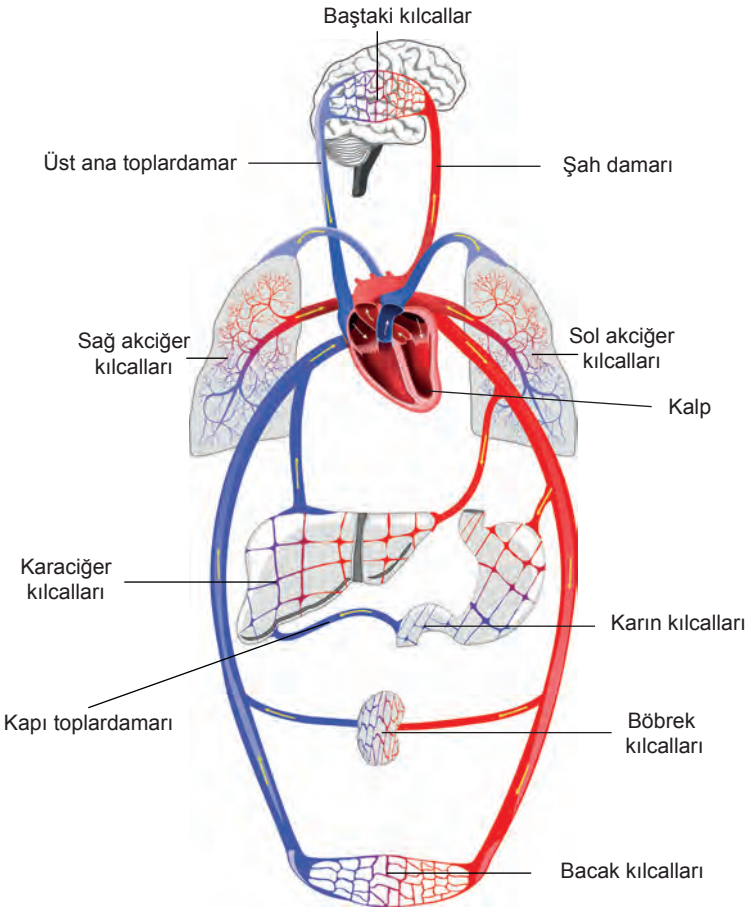
UYARI ! *Kılcal damarların atardamar ucunda kandan dokulara, toplardamar ucunda dokulardan kana madde geçişi fazladır.*

Kan basıncı artar veya protein osmotik basıncı azalırsa kanda bulunan plazma sıvısı hücreler arası boşluğa daha çok geçer ve sıvı, hücreler arası boşlukta birikmeye başlar. Buna **ödem** (sıvı birikmesi) denir. Kan basıncı düştüğünde, kanın osmotik basıncı yüksek olacağından dokular arası sıvıdan kana sıvı girişi hızlanır. Bu durumda hücreler arası sıvı hacminde azalma, kan hacminde artma meydana gelir.

1.4.1.4. Kanın Vücuttaki Dolaşımı

Kardiyovasküler sistem, canlılık için hayati önem içeren iletimleri gerçekleştirecek yapı ve özelliklere sahiptir. Kalp ve damarlar kanı, büyük ve küçük kan dolaşımıyla tam zamanında ve gerektiği şekliyle doku ve organlara ulaştırır.

Kalbin üst odacıkları kulakçıklar, akciğerlerden ve vücudun diğer dokularından kalbe geri dönen kanın toplandığı odacıklardır. Kulakçıklardaki kanın büyük bölümü tüm odacıklar gevşeme durumundayken karıncıklara boşalır. Kanın geri kalan kısmı, karıncıklar kasılmaya başlamadan önce kulakçıkların kasılmasıyla karıncıklara gönderilir. Duvarları kalın olan karıncıklar, içlerindeki kanı akciğerlere ve sistemik dolaşım için vücuda pompalar. Kanın dolaşımı ve iletimi ikili dolaşım sistemiyle gerçekleşir (Görsel 1.80).

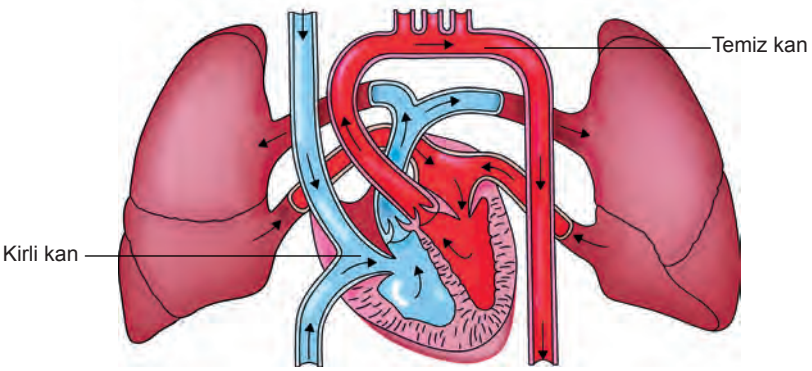


Görsel 1.80: Büyük ve küçük kan dolaşımı

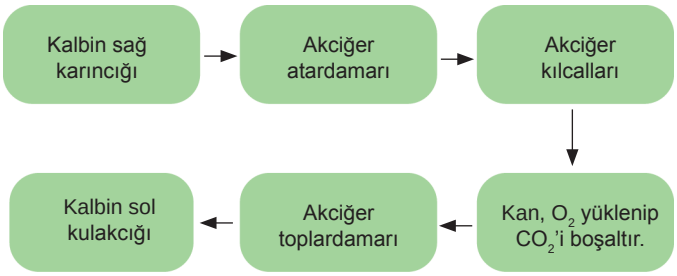
Küçük Kan Dolaşımı

Kanın, sağ karıncıktan başlayıp sol kulakçıkta biten dolaşımıdır. Akciğer dolaşımı olarak da isimlendirilir. Dokularda hücresel solunumla açığa çıkan karbondioksit (CO_2) bakımından zengin kan, sağ karıncıktan akciğer atardamarına pompalanır. Akciğer atardamarı, CO_2 konsantrasyonu yüksek olan kanı akciğerlere taşır. Akciğer kılcallarında gerçekleşen gaz değişimiyle oksijenlenen kan, akciğer toplardamarı ile kalbin sol kulakçığına getirilir (Görsel 1.81-1.82).

İbn Nefs; kanın sağ karıncıktan akciğer atardamarıyla akciğere gittiğini ve buradan akciğer toplardamarıyla kalbin sol kulakçığına geldiğini ortaya koyarak küçük kan dolaşımını keşfetmiştir.



Görsel 1.81: Küçük kan dolaşımı



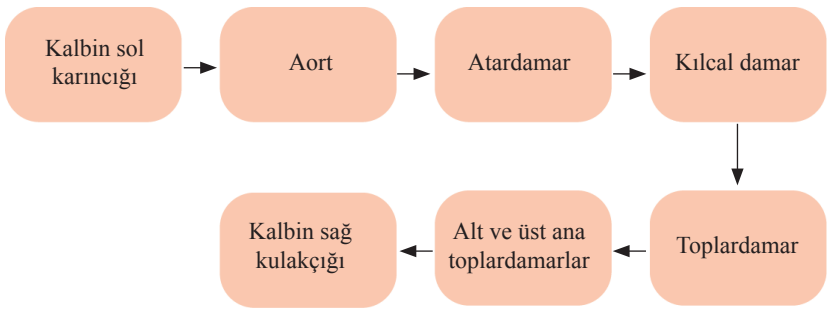
Görsel 1.82: Küçük kan dolaşımında kanın izlediği yol

UYARI ! *Küçük dolaşımda amaç, kandaki CO_2 miktarını azaltıp O_2 miktarını artırmaktır.*

Büyük Kan Dolaşımı

Kanın, kalbin sol karıncığından başlayıp sağ kulakçığında sona eren dolaşımıdır. Akciğerlerde oksijenlenmiş kan, sol kulakçıktan sol karıncığa geçtikten sonra, güçlü kas duvarına sahip olan karıncık kasılarak içindeki kanı aorta gönderir. Aorttan ayrılan ilk damarlar koroner damarlardır. Koroner damarlar kalp kasını besler. Aort, kalpten çıktığında dallanarak vücudun üst kısmı için şah damarı, baş ve kolların kılcallarına kanın iletilmesini sağlarken bir başka aort dalı vücudun alt kısmında karın boşluğundaki iç organlara ve bacaklardaki kılcallara kanı iletir. Kan, kılcallardan geçerken oksijenin büyük bölümünü dokulara bırakır, hücresel solunumla açığa çıkan karbondioksiti alır. Kılcalların birleşmesiyle oluşan ince toplardamarlar kanı daha büyük toplardamarlara iletir. Baş, boyun ve kollardan gelen oksijence fakir olan kan; üst ana toplardamarla; gövde ve bacaklardan gelen oksijence fakir kan ise alt ana toplardamarla kalbin sağ kulakçığına ulaştırılır (Görsel 1.83).

UYARI ! *Büyük dolaşımda kanın pH'sini etkileyen ve kanı temizleyen olaylar: 1. Karaciğere giren atardamarda NH_3 (amonyak) fazla iken karaciğer toplardamarında üre ve ürik asit fazladır. 2. Böbrek atardamarında amonyak, üre ve ürik asit fazla iken böbrek toplardamarında CO_2 fazladır.*



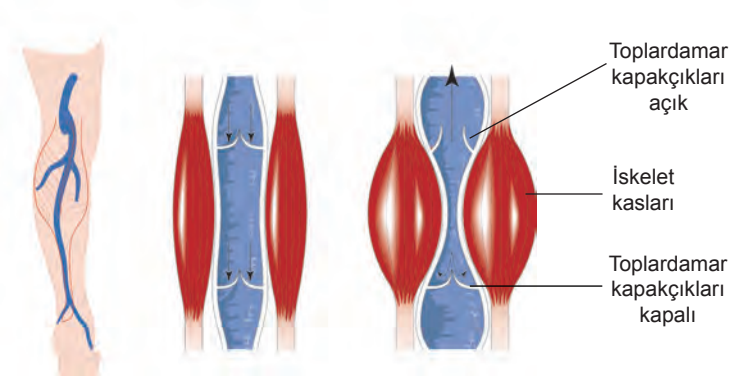
Görsel 1.83: Büyük kan dolaşımında kanın izlediği yol

Vücudumuzun üst bölgesindeki bulunan toplardamarların içindeki kan, yer çekiminin etkisiyle kalbe doğru akar. Vücudumuzun alt bölgesindeki toplardamarlar içinde bulunan yarım ay kapakçıklar, kanın tek yönlü olarak yer çekimi doğrultusunda aşağıya akmasını önler. "Görsel 1.84"te görüldüğü üzere iskelet kaslarının kasılması, toplardamar içindeki kanın kalbe doğru ilerlemesini sağlar.

Soluk alma sırasında göğüs kafesi genişlediğinden akciğer iç basıncı atmosferik basınca göre düşük hâle gelir. Bu esnada ana toplardamardaki kan, gevşeme durumundaki kulakçıklara dolar; bu olaya, **kalbin negatif emme basıncı** denir.

Toplardamarlarda kanın kalbe taşınmasını etkileyen çeşitli faktörler vardır:

- Kalbin üst bölgesinden gelen kan için yer çekimi etkisi
- Damar etrafında bulunan çizgili kasların kasılıp gevşemesi
- Toplardamar yapısındaki yarım ay kapakçıklarının varlığı
- Damar yapısındaki düz kasların kasılıp gevşemesi
- Soluk alıp verme ile oluşan basınç farkının etkisi



Görsel 1.84: İskelet kaslarının toplardamardaki kanın hareketine etkisi

Büyük dolaşımda vücudun homeostazisinin sağlanması için bütün aktiviteler gerekli olduğu ölçüde gerçekleşir. Örneğin bir öğrenci ders çalışırken beyni meşgul olduğundan kan, diğer bölgelerden baş bölgesine doğru sevk edilir ve beyinde yoğunlaşır. Eğer bedeni, tam bu durumda terazi ile ölçmek mümkün olsa baş kısmının vücudun diğer bölümlerinden oransal olarak daha ağır gelmesi mümkündür.

Öğle yemeği yemek için masaya oturduğunuzda tükürük bezlerindeki damarlar kan ile dolar. Aynı zamanda mide, pankreas, ince bağırsak damarları genişler ve bu organlar gelen besin için hazır hâle gelir. Bulunduğunuz ortam soğuksa otonom sinirler damarları büzerek kanı iç bölgelere gönderir, vücudun iç ısısının dışarıya verilmesi önlenerek vücut sıcaklığının korunması sağlanır.

Bulunduğunuz ortam sıcaksa otonom sinirler damarları genişletir ve damarlar kanla dolar. Böylece yüz kızarır ve terleme başlar. Kolumuzu hareket ettirmek istediğimizde koldaki damarların kanla dolması sağlanır. Böylece hareket esnasında kasın ihtiyaç duyacağı maddeler hazırlanmış olur. Tüm bu olaylar sırasında dolaşım sistemi ve özellikle kalp, insan vücudunda homeostazinin sağlanması ve canlılığının devamlılığında etkin olarak görev alır.

UYARI ! *Büyük dolaşımda görev alan damarlar arasından tokluk hâlinde besin monomerleri yönünden yoğunluğu en fazla olan damar, kapı toplardamarıdır. Açlık hâlinde bu damarda bulunan besin yoğunluğu azalır.*

Deney 6

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler

Çalışmanın Yapıldığı Tarih

Çalışmanın Adı

Nabız ve Tansiyonun Ölçülmesi

Çalışmanın Amacı

Nabız ve tansiyon ölçümünün nasıl yapıldığının öğrenilmesi ve öğrenilenlerin günlük hayatta kullanabilmesi

Malzeme ve Materyaller

- Tansiyon aleti (stetoskobu ile birlikte olmalıdır, dijital tansiyon aleti daha sonrasında kullanılabilir.)
- Saat
- Not defteri, kalem

Etkinliğin Yapılışı

Nabzın Ölçülmesi

- Boynunuzun sol tarafında kulak hizasının orta kısmında aorttan ayrılan şah damarı vardır. Bu bölgeye orta parmağınız ortada olacak şekilde üç parmağınızı yerleştiriniz. Ya da sol el bileğinizde baş parmağınızın kolunuzla birleştiği yere (köküne) diğer elinizin baş parmağını yerleştiriniz. (Diğer elinizden de nabız ölçülebilir ama sol elinizde daha kuvvetli hissedersiniz.)
- Duyduğunuz atışları bir dakika boyunca sayarak kaydediniz.
- Sınıfınızda yapılan ölçümleri bir tabloya işleyerek kızlar ve erkekler için sınıf ortalamasını bulunuz.
- Nabzı ölçemeyen öğrencilere öğretmen mutlaka rehberlik yapmalıdır.

Tansiyonun Ölçülmesi

- Stetoskobu kulaklarınıza takınız. Sol kolunuzun pazu kısmının en aşağısı, dirseğinize yakın olan iç kısmında atardamarlarınızın geçtiği yer vardır. Stetoskobun ucunu bu bölgeye yerleştiriniz. Üzerine kolluk kumaşı sarınız.
- Barometresi 200-220 mmHg değerini gösterinceye kadar steteskoba hava pompalayınız.
- Hava verdiğiniz hortumun ucundaki vidayı çok hafif ve yavaş şekilde gevşeterek nabız sesinin ilk ve son kez duyulduğu noktaları belirleyiniz.
- Nabız sesinin ilk duyulduğu noktadaki değer sistolik basınç (büyük tansiyon), son duyulduğu noktadaki değer ise diastolik basınçtır (küçük tansiyon).
- Sınıfınızda yapılan ölçümleri bir tabloya işleyerek kızlar ve erkekler için sınıf ortalamasını bulunuz.
- Tansiyonunu ölçemeyen öğrenciler için öğretmen mutlaka rehberlik yapmalıdır.

Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması

1. Nabız ve tansiyon kızlarda ve erkeklerde niçin farklılık gösterir? Sporcu öğrencilerle diğer öğrenciler arasındaki nabız ve tansiyon farklılığının nedeni üzerinde konuşunuz.
2. Sağlık Bakanlığının https://enabiz.gov.tr/ uygulamasını (siteden de açılabilir) açıklayarak bireye sağlık alanında sağladığı faydalarla ilgili sınıfta beyin fırtınası yapınız.

Ders Öğretmeni

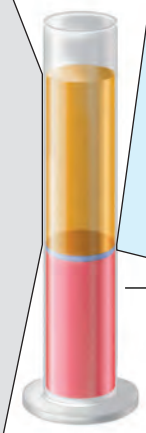
Tarih/İmza

1.4.1.5. Kan

Kanın Yapısı

Kan doku, kanın sıvı kısmı olan **plazma** ve **kan hücreleri**nden oluşur (Görsel 1.85). Kanın tüm bileşenleri osmotik düzenleme ile birlikte kan pH'sinin ayarlanması, madde taşınması ve vücudun savunması görevlerini yerine getirir. Ayrıca vücut sıcaklığının ayarlanmasında görev alır.

Plazma (kanın %55'i)	
İçerik	**Görevi**
Su	Diğer maddeleri taşıyan, çözücü
İyonlar (Kan elektrolitleri: Sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, klor, bikarbonat)	Kanın osmotik dengesinin ve pH'sinin ayarlanması, zar geçirgenliğinin düzenlenmesi
Plazma proteinleri [Albumin, Fibrinojen, İmmünoglobulinler (antikorlar)]	Kanın osmotik dengesinin ve pH'sinin ayarlanması, pıhtılaşma, savunma



Hücreler (kanın %45'i)	
Hücre tipi	**Görevi**
Lökositler (Akyuvarlar) Bazofiller, Eozinofiller, Lenfositler, Monositler, Nötrofiller	Savunma ve bağışıklık
Trombositler (Kan pulcukları)	Kan pıhtılaşması
Eritrositler (Alyuvarlar)	Oksijen taşınması ve bir miktar karbondioksit taşınması

Görsel 1.85: Kanın bileşimi

Kan plazmasının yaklaşık %90'ı sudur ve kan pH'si yaklaşık 7.4'tür. Plazma içeriğindeki iyonların yoğunluğu doğrudan doku sıvısını etkiler. Plazma içerisindeki bu iyonlar, sinir ve kas hücrelerinin işlevini yerine getirebilmesi açısından da yaşamsal öneme sahiptir. Bu yüzden kandaki iyonların yoğunluğunun belli bir değerde tutulması gereklidir. Plazma proteinleri, kanın osmotik basıncının ayarlanmasında etkilidir. Plazma proteinlerinin belirlediği kan osmotik basıncı, kan ile diğer dokular arasında madde alışverişinin yapılmasını sağlar.

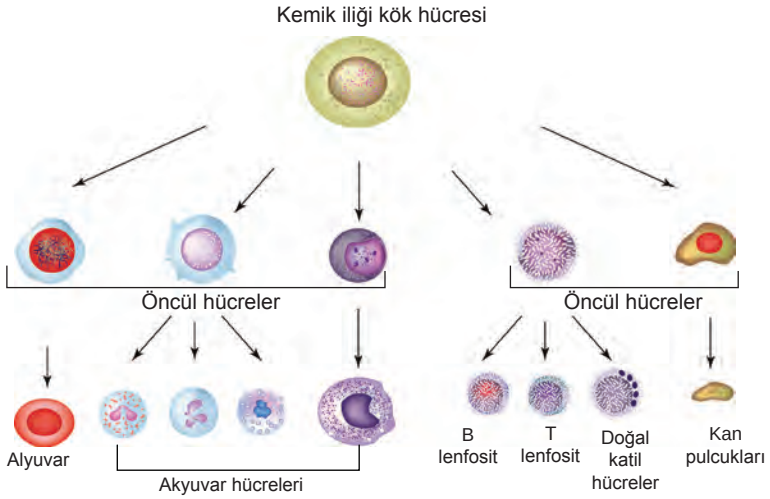
Plazma içerisinde yer alan immünoglobulinler (bağışıklığı sağlayan proteinler) vücuda giren virüsler veya yabancı maddelerle savaşır. Plazma proteinlerinden olan fibrinojen proteini, yaralanma durumunda yaralanan kısmın kapatılmasından (pıhtılaşmadan) sorumludur. Plazmada yer alan fibrinojenin çöktürülmesiyle elde edilen içeriğe **serum** denir.

Kılcal damarlardan dışarı çıkabilen sıvıya doku sıvısı, kanın sıvı kısmına plazma denir. Plazma içeriğindeki proteinler, doku sıvısındaki proteinlerden daha fazladır. Ancak doku sıvısı ile plazma sıvısı birbirine çok benzer. Plazma içerisinde, vücudun bir yerinden alınıp başka bir yerine taşınan pek çok madde vardır. Üre, ürik asit, amonyak gibi metabolik atıklar; besin maddeleri; oksijen, karbondioksit gibi solunum gazları ve hormonlar bunlardan bazılarıdır.

UYARI ! *Kılcal damar duvarı plazma proteinlerine karşı geçirgen değildir. Plazma proteinlerinin belirlediği kan osmotik basıncı, kan ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişi sırasında belirleyici görev yapar.*

Kan dokuda üç çeşit hücresel yapı vardır. Bunlar **alyuvarlar** (**eritrositler**), **akyuvarlar** (**lökositler**) ve **kan pulcukları**dır (**trombositler**) (Görsel 1.86).

Tüm kan hücreleri vücudumuzdaki yaşamına, kemik iliğinde bulunan ve tek tip olan kök hücreler olarak başlar. Alyuvarlar, doğuma ortalama bir aylık bir süre kalana kadar, en çok karaciğerde olmak üzere, dalak ve lenf düğümlerinde üretilir. Doğuma son bir ay kaldığında ve doğumdan sonra alyuvarlar yoğun olarak kemik iliğinde üretilir. Yirmi yaşından sonra ise omur, göğüs, kaburga, uyluk kemiği gibi kısımlarda üretilir.



Görsel 1.86: Kan hücrelerinin oluşumu

Alyuvarlar, kanda en fazla bulunan kan hücreleridir. Kemik iliğinden kana geçerken çekirdek, mitokondri ve lizozom gibi hücresel organellerini kaybeder. Kan plazması içinde pasif olarak hareket eder ve damar dışına çıkmaz.

Bilgi Notu

Alyuvarlar: Her bir alyuvar hücresi normal olduğunda, 100 ml kanda erkeklerde 15 gr, kadınlarda 14 gr hemoglobin bulundurur. Bir hemoglobin yüzde yüz oksijen taşıdığında 1,34 ml oksijen taşınır. Böylece tam kapasite oksijen olduğunda 100 ml kanda erkeklerde en fazla 20 ml, kadınlarda 19 ml oksijen bulunur. Hemoglobin alyuvarda değil de kan plazmasında taşınsaydı kan, kılcal damarlardan her geçişte %3'lük bir hemoglobin kaybıyla karşılaşılırdı.

Alyuvarların ilk ve en önemli işlevi, akciğerlerden dokulara oksijeni ileten **hemoglobin** proteinini taşımaktır. Hemoglobin, proteinlerin çoğunda olduğu gibi, asit-baz tamponudur. Vücuttaki demirin yaklaşık %65'i hemoglobinde, %4'ü miyoglobinde, %1'i ise hücre içi oksijenli solunum enzimlerinde bulunmaktadır. Bağırsaklarda demir emilimi çok yavaştır. Besindeki demir oranı yüksek olsa bile yalnızca küçük bir kısmı emilime uğrar.

Alyuvarların ömrü yaklaşık 120 gündür ve ömrü tamamlandığında demir kısmı ayrılarak yeni alyuvar yapımı için kullanılır. Alyuvarların parçalandığı ana organ dalaktır. Karaciğerdeki **kupfer hücreleri**, kemik iliği ve dalaktaki makrofajlar tarafından alyuvarın demir kısmı ayrılır ve kalan kısmı da makrofajlar tarafından parçalanır. Hemoglobinin protein kısmı bilirübine çevrilerek kana verilir, bilirübin kan yoluyla karaciğere gelir ve safra oluşumuna katılır.

UYARI !

Dokularda oksijen azaldığı zaman böbrekten salgılanan eritropoietin hormonu, alyuvar üretimini uyarır. Kemik iliğinde sentezlenen öncül kan hücresi, B_{12} vitamini ve folik asit varlığında olgunlaşır. Erkeklerde testosteron hormonu, eritropoietin hormonunun salgısını arttırdığı için erkeklerde daha fazla eritrosit vardır. Bu yüzden kadınlarda erkeklere oranla daha fazla demir eksikliği görülür.

Kanın oksijen kapasitesinin düşük olmasına bağlı olarak ortaya çıkan **anemi** (**kansızlık**) hastalığının birkaç nedeni vardır:

1. Kan kaybına bağlı olan anemi: Yaralanma sebebiyle oluşan hızlı kan kaybından kaynaklanır. Kanama durdurulmuşsa alyuvar yoğunluğu, 3-6 hafta içinde tamamlanır.

2. Kemik iliği işlevinin bozulmasından kaynaklanan anemi: Kemik iliğinin tahrip olmasından kaynaklanır. Bu tahrip kanser tedavisi gören hastalarda yüksek doz radyasyon veya kemoterapi sonucu oluşabilir. Böcek ilaçları ve petrol türevlerinin vücutta hasarı da bu tip bir etki yaratır. Bu tip durumlar ancak kemik iliği nakli ya da kan nakli ile tedavi edilebilmektedir.

3. B_{12} vitamini ve folik asit (B_9) eksikliği veya mide mukozasındaki tahribat nedeniyle bu besinlerin emilememesinden kaynaklanan anemi: B_{12} vitamini, folik asit eksikliğinin ve mide mukozasındaki tahribatın nedenleri araştırılır ve sonuçlara göre tedaviye başlanır.

4. Kalıtsal anemi: Bu anemi tipinde alyuvarlar hasarlı bir biçimde üretilir. Bu durum, alyuvarın normalden daha kısa sürede parçalanmasına sebep olur. Alyuvarın parçalanması, üretilmesinden hızlı gerçekleşir. Dolayısıyla bu anemi tipinde, alyuvar eksikliğine bağlı olarak oksijen yetmezliği görülür.

Ayrıca kalıtsal anemilerden biri de orak hücreli anemidir. Alyuvar orak şeklini almıştır. Hemoglobin sentezinden sorumlu genlerdeki mutasyon nedeniyle anormal hemoglobinler oluşur. Bu durum kanın O_2 taşıma kapasitesini azaltır.

UYARI ! *Yüksek irtifada havadaki oksijen miktarı azaldığından solunum yoluyla yeterli oksijen alınamaz ve dokulara oksijen yeterli miktarda taşınamaz. Bu durumda alyuvar üretimi artar ve dokulara oksijen taşınması hızlanır.*

Düşük kan hacmi, anemi, hemoglobin azlığı, azalmış kan akımı ve akciğer hastalıkları dokularda oksijen miktarını azaltır. Tüm anemilerde, dokulara taşınan oksijen miktarı azaldığı için kalbin çalışma hızı artar. Bu durum, dokulara taşınan oksijeni kısmen arttırabilir. Anemili kişi, yoğun egzersiz yaptığında dokunun oksijen ihtiyacı artar fakat bu oksijen miktarı karşılanamadığı için **akut kalp yetmezliği** gelişir ve hasta kaybedilebilir.

Alyuvarın ikinci işlevi, CO_2'in kanda taşınması için farklı bileşiklere dönüştürülmesini sağlayan **karbonik anhidraz** enzimini taşımasıdır. Karbonik anhidraz enzimi kandaki CO_2'in kan plazmasıyla taşınmasını sağlar.

Alyuvarın üçüncü işlevi, zarlarında bulunan ve kan grubunu belirleyen özel moleküllere sahip olmalarıdır (A, B, 0, Rh^+, Rh^- vb.).

Akyuvarlar (**Lökositler**), vücudun savunma sistemi hücreleridir. Enfeksiyona bağlı olarak miktarı artabilir. Akyuvarlar, alyuvarların aksine damarların dışında, doku ve lenf sıvısında da yer alır. Akyuvar hücreleri üretildikleri yerden kan dokusu aracılığıyla diğer dokulara taşınır.

Akyuvarlar, sitoplazmalarında taneciklerin (granüllerin) olup olmamasına göre **granüllü** ve **granülsüz** olmak üzere ikiye ayrılır:

Granüllü akyuvarlar: Kırmızı kemik iliğinde üretilir. Sitoplazmalarında çok sayıda lizozom bulunur. Çekirdekleri boğumludur. Granüllü akyuvarlar da görevlerine göre farklılaşır. Vücuda yayılan bakterileri, virüsleri ve diğer zarar vericileri fagositoz yaparak, heparin ve histamin salgılayarak savaşan türleri vardır. Fagositoz yeteneği olmamasına rağmen parazitlere tutunup onları yok etmek için özel proteinler salgılayan türleri ve alerjik reaksiyonlarla mücadele eden türleri vardır. Bunların salgıladığı heparin, kanın damar içinde pıhtılaşmasını engeller, histamin ise normal kan damarlarını ve akciğer kılcal damarlarını genişleterek geçirgenliğini arttırıp alerjik reaksiyonlar sırasında gelişecek solunum yetmezliğini önler.

Granülsüz akyuvarlar: Lenf düğümleri, dalak, bademcik, timüs, karaciğer ve sarı kemik iliğinde üretilir. Tek çekirdeklidir. **Lenfosit** ve **monosit** olmak üzere iki tipi vardır:

Hatırlatma Bağ doku konusunu yeniden hatırlamanız bu konuyu anlamanızı kolaylaştıracaktır.

Araştıralım-Paylaşalım
Alerji en çok kimlerde görülür? Vücudumuz alerjiyle nasıl mücadele eder? Araştırınız. Sonuçları sınıfınızda paylaşınız.

Lenfositler, bağışıklığın sağlanmasında etkilidir. Humoral (sıvısal) ve hücresel bağışıklıktan sorumludur. Bunlar **sarı ilikte** üretilir. Bazıları kemik iliğinde üretildikten sonra olgunlaşmaları için timüs bezine gider. Kemik iliğinden çıkan lenfositlere **B lenfositleri** denir. B lenfositler antikor salgılayarak vücuda giren mikroplarla savaşır. Buna **humoral** (**sıvısal**) **bağışıklık** adı verilir. B lenfositler birey yaşadığı sürece canlılığını sürdürür. B lenfositler, mikropla ilk karşılaşmalarından sonra bölünerek söz konusu mikroba karşı antikor salgılayan **plazma hücreleri**ni oluşturur. Timüs bezinden çıkan lenfositlere **T lenfosit** denir. T lenfositler, hastalanan hücreleri tanıyıp o hücreyi patlatarak **hücresel bağışıklığı** sağlar. Lenfositlerin bazıları ise virüsleri ve bazı kanser hücrelerini yok etme özelliğine sahiptir. Bu tip lenfositlere **doğal katil hücreler** denir. Lenfositlerin bir bölümü de **hafıza hücresi**ne dönüşür.

Bilgi Notu
Hafıza hücresi: Hafıza bağışıklık sistemi için önemlidir. İltihaplanma olayında hafıza yoktur. Belli lenfositler antijenle ilk karşılaşmadan sonra antijen bilgisini depolar. Aynı antijen vücuda ikinci kez girdiğinde hafızasındaki eski bilgiye dayanarak onu tanır ve daha hızlı tepki gösterir. Antijenin bilgisini hafzasına alan bazı lenfosit hücrelerine hafıza hücresi denir.

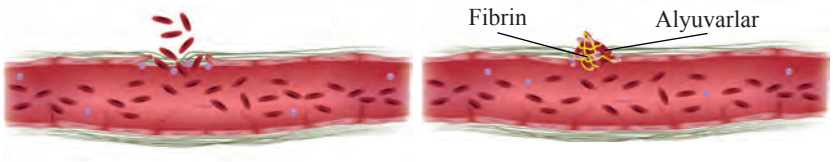
UYARI ! *Antijene sürekli maruz kalındığı göz önüne alındığında T ve B lenfositlerin bölünerek çoğalması etkili bir immün sistem için zorunludur.*

Monositler, en büyük akyuvarlar olup çekirdekleri fasulye tanesine benzer. Yaşlı hücrelerin parçalanmasını sağlar. Aynı zamanda bunların bir kısmı, kılcal damar dışına çıkarak doku sıvısına geçer ve **makrofaj hücreleri**ne dönüşür. Makrofajlar bakteri, virüs, ölü doku ve dokulardaki diğer yabancı maddeleri bulup yakalar. Amipsi hareketi aracılığıyla **fagositoz** yöntemini kullanır ve bu yabancı maddeleri hücre içine alıp yok eder. Monositler, üretildikleri yerde aylarca yıllarca kalabilir.

UYARI ! *Kemik iliğinde akyuvar yapımı durduktan iki gün sonra kişinin ağız ve kalın bağırsağında ülser görülebilir veya kişi ağır solunum enfeksiyonu geçirebilir. Aynı etki; radyasyona, X ışınlarına, benzen türevi maddelere maruz kalma ve kloromfenikol içerikli antibiyotik kullanma durumlarında da gözlemlenir.*

Trombositler (**Kan pulcukları**), özelleşmiş kemik iliği hücrelerinden parçalanır. Oluşan bu sitoplazmik parçacıklara **trombosit** denir. Trombositler, hücre değildir. Kanın pıhtılaşması olayında yapısal ve moleküler olarak işlevleri vardır.

Günlük yaşam içinde oluşan basit kesikler ve sıyrıkların vücutta kan kaybına yol açmaması için pıhtılaşma gerekir. Damar yaralandığında açığa çıkan bağ dokusu proteinlerine trombositler yapışır. Bu trombositler yapışkan madde salgılayarak diğer trombositleri yaralı bölgeye çeker. Trombositlerden sentezlenen **tromboplastin** molekülü, kan plazmasındaki kalsiyum iyonları ve K vitamini, kan plazmasında inaktif hâlde bulunan **protrombin** molekülünü **aktif trombin** molekülüne dönüştürür. Aktif hâldeki trombin molekülü kan plazmasındaki inaktif olan **fibrinojen** molekülünü aktif fibrine dönüştürür. Oluşan fibrin molekülleri yaranın olduğu bölgeye yayılarak **pıhtı**yı oluşturur. Pıhtının oluştuğu tüm bu mekanizmaya **pıhtılaşma** denir. Böylece yara kapanır ve kan kaybının önüne geçilir. Aynı zamanda bu yaralanan bölgeden doku içine mikropların sızması önlenmiş olur (Görsel 1.87).



Görsel 1.87: Kanın pıhtılaşması

İnsanda kan pıhtılaşması mekanizmasında etkili olan faktörlerden bazıları; K vitamini eksikliği, trombosit eksikliği ve hemofilidir.

UYARI ! *K vitamini eksikliğinin en sık görülme nedeni, safra kanallarının tıkanması veya safranın sindirim kanalına salgılanamamasıdır. Safranın yetersizliği yağ sindirimini engeller. Yağ sindirim ürünlerini ve K vitamini emilimini baskılar.*

Hemofiliye neden olan genler, X kromozomu üzerinde taşınır. Bu yüzden tek X kromozomuna sahip olan erkek bireylerde görülme sıklığı kadınlara göre daha fazladır. Hemofilide değişik derecelerde kanama görülebilir. Örneğin bazen diş çekiminden sonra kanama günlerce devam edebilir. Kanamanın durması ve pıhtı oluşum mekanizması kan kayıpları için önemlidir. Kanama zamanı ve pıhtılaşma zamanının bilinmesi ameliyatlarda kan kaybına karşı alınacak önlemlerin belirlenmesinde etkin rol oynar.

Hatırlatma Biyoloji dersi 10. sınıf konularından "Kalıtım ve Genetik Çeşitlilik" ünitesi, "X Kromozomuna Bağlı Kalıtım" konusunu yeniden gözden geçirmeniz, hemofili hastalığı bilgilerinizi güncelleyecektir.

Kan Grupları

İnsanda kan grubunu tayin eden genlerde çok alellik söz konusudur. Bu durum A, B, 0 kan gruplarının birden fazla alel tarafından kontrol edilmesi şeklinde açıklanabilir. A,B,0 harfleri kanın, alyuvar yüzeyinde bulunan iki karbonhidratı sembolize eder. Karbonhidrat A'yı taşıyan A kan grubu, karbonhidrat B'yi taşıyan B kan grubu, her ikisini taşıyan AB kan grubunu ve hiçbirini taşımayan da 0 kan grubunu gösterir. Kan nakilleri sırasında bireyin kan grubu büyük önem taşır.

Bilgi Notu

Protrombin: Karaciğerde üretilen bir protein molekülüdür ve kan plazmasında normal zamanda inaktif haldedir. Bu proteinin kandaki varlığı kanın pıhtılaşma zamanını/becerisini ölçmek, kan inceltici ilaçların etkisini ölçmek, karaciğer sorunlarını tespit etmek ve ameliyat öncesi kanama sorunlarını tespit etmek gibi sağlığımızla ilgili önemli ipuçları vermektedir. Bu değerlere ulaşmak için yapılan teste **protrombin zaman testi (PZT)** denir.

Bir canlıdan başka bir canlıya taşınan her yabancı madde **antijen** (**aglütinojen**) olarak algılanır. Yabancı antijenler bireyin hücreleri tarafından alındığında çökeltici bir protein olan ve akyuvarlar tarafından üretilen **antikor** (**immunoglobulin**, **aglütinin**) sentezlenir ve bireyin kanında **çökelme** başlar. Örneğin A kan grubunda bir bireyin kanı, B kan grubunda olan bir bireye verilirse, A kan grubunda bulunan A antijenlerini, B kan grubundaki A antikorları (**Anti A**) çökeltir. İşte bu çökeltiye **aglütinasyon** denir.

Antijen + Antikor = Çökelme (Aglütinasyon)

Bu durumda A ve B kan gruplarında antijen özellikte bir molekül var iken 0 kan grubunda antijen özellikte molekül yoktur. Aynı antijen ve antikorları taşıyan bireyler arasında kan nakli yapılmalıdır.

İnsan kanında bulunan antijen ve antikorlar aşağıdaki "Tablo 1.8"de gösterilmiştir.

Hatırlatma

10. sınıf biyoloji dersi "Kalıtım ve Genetik Çeşitlilik" ünitesi, "Çok Alellilik" konusunda öğrendiklerinizi hatırlamak bu konuyu anlamanızı kolaylaştıracaktır.

Tablo 1.8: İnsanda Kan Grupları

Kan Grupları	Alyuvardaki Antijen	Serumdaki Antikor
A	A antijeni	B antikoru (Anti B)
B	B antijeni	A antikoru (Anti A)
AB	A ve B antijeni	Antikor yok
0	Antijen yok	A ve B antikoru
Rh (+)	D antijeni	Antikor yok
Rh (-)	Antijen yok	D antikoru (Anti D)

Kan grubu tayininde kullanılan bir diğer alyuvar antijeni **Rh**'dir. Rh antijeni hücre zarında bulunur. Beş farklı aleli vardır. Rh'nin **D protein** tipi, Rh'nin varlığının tespitinde yaygın olarak kullanıldığı için bu proteinin varlığı **Rh** (+), yokluğu **Rh** (-) olarak isimlendirilir. Rh (+) kan gruplu bireyler Rh (+) bireylere, Rh (-) kan gruplu bireyler Rh (-) kan gruplu bireylere kan verebilmektedir.

UYARI !

Rh (-) annelerde gebelik sırasında Rh antikoru tespit edilirse, Coomb testi (IDC) uygulanmalı, belli aralıklarla da test tekrarlanarak durum kontrol edilmelidir. Annede Rh antikoru tespit edilirse doğacak bebeğin Rh (+) kan grubundan olacağı anlaşılır. Test sonuçları anne ile bebek arasında Rh uyumsuzluğu olup olmaması, uyumsuzluk varsa bebeğin ve annenin sağlığını kontrol altına alınması açısından önemlidir. Çünkü günümüzde anne ile bebek arasında Rh uyumsuzluğu varsa anneye Anti D immünoglobulin verilerek sağlıklı doğum yapması sağlanmaktadır.

Yapalım, Öğrenelim 2

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler	**Çalışmanın Yapıldığı Tarih**
Çalışmanın Adı	Hastanelerde yapılan biyokimya, hematoloji, hormon ve mikrobiyoloji tetkiklerin günlük hayatımızla ilişkisi
Çalışmanın Amacı	Hastanelerde yapılan biyokimya, hemotoloji, hormon ve mikrobiyoloji tetkiklerinin öğrenilen konular ve günlük hayatımızla ilişkisinin anlaşılması
Malzeme ve Materyaller	• **Biyokimya** analiz kâğıdı • **Hematoloji** analiz kâğıdı • **Hormon** analiz kâğıdı • **Mikrobiyoloji** analiz kâğıdı
Etkinliğin Yapılışı	• Öğretmen "biyokimya, hematoloji, hormon ve mikrobiyoloji testlerinin nerede, niçin yapıldığını, sonuçlarının doktorlar tarafından nasıl yorumlandığını kısaca öğrencilere açıklar. • Öğretmen, sınıftaki öğrencilere bu dört ana başlığı eşit sayılarda ve kız-erkek dağılımı eşit olacak şekilde ayarlanan gruplara dağıtır. Dağıtımı yaparken grupların konuları seçmesine imkân verilir. • Yapılacak çalışma için önceden analiz kâğıtları öğrencilere verilir ve aşağıdaki kaynaklar kullanılarak araştırma yapmaları, bu araştırma sonucunda grupça sorulacak üçer soru belirlemeleri istenir. • Hastaneden ya da laboratuvardan görüşme için randevu alınarak grupların soruları yetkililere sorması sağlanır. • Her grubun elde ettiği sonuçları, 5 dakikalık bir sunum hazırlayarak sınıfta paylaşması istenir.
Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması	1. Biyokimya testinde insanların yaptırdığı analiz kâğıdında yazılı üç tane sonucu seçiniz ve bu tetkikleri doktorun nasıl yorumladığını yazınız. 2. Hematoloji testinde insanların yaptırdığı analiz kâğıdında yazılı üç tane sonucu seçiniz ve bu tetkikleri doktorun nasıl yorumladığını yazınız. 3. Hormon testlerinde insanların yaptırdığı analiz kâğıdında yazılı üç tane sonucu seçiniz ve bu tetkikleri doktorun nasıl yorumladığını yazınız. 4. Mikrobiyoloji testinde insanların yaptırdığı analiz kâğıdında yazılı üç tane sonucu seçiniz ve bu tetkikleri doktorun nasıl yorumladığını yazınız. 5. Yaptığınız etkinlikle kazandığınız beceriyi günlük hayatınızda hangi durumlarda kullanmanız sizin ve çevredeki kişiler için bir fark yaratabilir? Sınıfça tartışınız.
Kaynak	http://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/2635,laboratuvartestleripdf.pdf Hastane veya laboratuvar yetkilisi, hastane ya da laboratuvar sitesi (http://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/3059,ek-2-yeni-halipdf.pdf) http://www.laboratuvar.saglik.gov.tr/TR,24882/testim-nerede.html, Erişim Tarihi: 19.10.2017
Ders Öğretmeni	**Tarih/İmza**

Biyokimya Analiz Kâğıdı	**Hematoloji Analiz Kâğıdı**	**Hormon Analiz Kâğıdı**	**Mikrobiyoloji Analiz Kâğıdı**
• Glikoz (Açlık)	• Hemogram	• Serbest T3	• *H. pylori* antikoru (IgA-IgG)
• Glikoz (Tokluk)	• Sedimantasyon	• Serbest T4	• *Mycoplazma pneumonia* (Ig G-IgM)
• Total kolesterol	• Kan grubu	• TSH Sensitive	• HBV DNA
• Trigliserit	• Pıhtılaşma zamanı	• VİT D3	• HBV RNA
• HDL-Kolesterol	• Fibrinojen	• İnsülin	• Hbe Ag
• LDL-Kolesterol			

Kemik İliği ve Kan Bağışının Önemi

Her yıl yüzlerce kişi farklı nedenlerle kanser olmaktadır. İnsan vücudunda kas ve sinir hücreleri hariç diğer hücreler vücuttaki görevini yerine getirirken ihtiyaç duyuldukça kendini yenileme özelliğine sahiptir. Böylece hücreler oluşturduğu dokunun sağlıklı yapısını koruyabilir. Bazen bu hücrelerin genetik yapılarında; yapay hormonlar, böcek ilaçları gibi kimyasal etkenler, UV ışınları, radyasyon benzeri etkenlerle değişiklikler meydana gelir ve hücreler normal bölünme yeteneğini yitirerek sürekli bölünmeye başlar. Böylece bulunduğu bölgeden diğer dokulara yayılma eğilimi gösterir. Bu durum hem kendisinin hem de yayıldığı dokunun işlevini yerine getirememesine, yayıldığı bölgenin de tahrip olmasına neden olur.

Anormal hücre bölünmesi geçiren hücreye **kanserli hücre**, kanserli hücrenin oluşturduğu dokuya **kanserli doku**, kanserli dokunun oluşturduğu kitleye **tümör** denir.

Eğer kanserli hücre, tümörden kan veya lenf dolaşımı ile ayrılırsa tüm vücuda yayılabilir. Bu yayılıma **metastaz** denir.

Hızlı ilerleyen kanser türleri **akut**, yavaş ilerleyen ve yıllarca süregelen kanser türleri de **kronik** olarak adlandırılır. Çocukluk çağı kanseri denildiğinde 0-17 yaş arasında görülen kanser türlerinden bahsedilmektedir. Çocuklarda en çok görülen kanser türleri **lösemi** (**kan kanseri**), **lenfoma** (**beze kanseri**), **beyin tümörü**, **kemik tümörü**, **böbrek tümörü**, **böbreküstü bezi tümörü**, **kas** ve **yumuşak doku tümörü** şeklinde sıralanmaktadır.

Kanseri tedavi edebilmek, kanserli dokunun tüm vücuda yayılmasını önlemek, hastalığın ilerlemesini yavaşlatmak, var olan kanser hücrelerini yok etmek, kanser hastalığına bağlı rahatsızlıkları azaltmak için bazen ilaç içeren kemoterapi, bazen yüksek enerjili X-ışınları, elektron demetleri ve radyoaktif izotoplar içeren radyoterapi, bazen de her iki yöntem bir arada kullanılmaktadır. Bu tip tedaviler, kemik dokuda da anlatıldığı gibi, pek çok dokunun yanı sıra kemik iliğine dolayısıyla kemik iliğinden üretilen kan hücrelerine ciddi zararlar vermektedir.

Kök hücre; kemik iliği, kan ve göbek kordonundan elde edilerek kan ve kemik hücrelerine dönüşebilen hücrelerdir. Bu hücreler yaşam boyu kendi kendini yenileme, kendinden sonraki hücre olarak olgunlaşabilme ve aktarıldığı dokuya dönüşüp yeniden yapılandırabilme özelliğine sahiptir.

Erişkin kök hücrelerden olan kemik iliği kök hücreleri tüm kan hücrelerine dönüşebilir ve uygun koşullarda dondurularak canlılıklarını korur. Bu hücreler damar yoluyla bireye nakledildiğinde kemik iliğine yerleşerek yeni ve sağlıklı kan hücrelerini oluşturmaya başlar.

Yukarıda anlatılan kanser türlerine önerilen en iyi tedavi; kanserli dokunun yerini sağlıklı dokunun almasını sağlamak veya kemoterapi ve radyoterapi ile kanserli dokuyu ortadan kaldırmaktır. Bu tedavi şekline de **kök hücre tedavisi** denmektedir.

Kök hücre tedavisi, kök hücre toplanması ya da kemik iliğinden (kol kemiğinden de alınabilmektedir.) alınan kök hücrelerin bazı işlemlerden geçirilerek doku uygunluğu sağlanan hastaya aktarılmasıdır.

Kök hücre veren veya kemik iliğinden bağış yapan bireye **donör** denir. Bu uygulamalarda kök hücre veren veya kemik iliğinden bağış yapan birey, herhangi bir zarar görmemekte diğer taraftan bir insanın hayatını kurtarma şansı elde etmektedir. Bu tedavinin uygulanabilmesi için kritik nokta, hastaya uygun dokuyu taşıyan bireylerin kim olabileceği konusundaki bilinmezliktir. Doku uygunluğu en fazla yakın akrabalar arasında olsa da pek çok durumda yakın akrabalarda bulunamayan doku bir başka ülkeden bir bireyde de bulunabilmektedir.

Yabancı bir ülkeden alınacak kök hücre veya kemik iliğinin hastaya ulaştırılması hem zaman alması hem de yüksek ücretlere mal olması nedeniyle hastanın yaşamını riske atmaktadır.

Ülkemizde Sağlık Bakanlığı ve Türk Kızılayı iş birliğinde, 1 Nisan 2015'te "Hayattayken Hayat Kurtarın" sloganıyla yola çıkan TÜRKÖK (Türkiye Kök Hücre Koordinasyon Merkezi) kurulmuştur. Kemik iliği veya kök hücre bekleyen pek çok hastanın doku uygunluğu birkaç gün içerisinde belirlenmektedir. Bu kuruluş sayesinde maliyet ve zaman olarak yüksek verim sağlanmaktadır.

Burada en önemli sorun ülkemizde gönüllü kemik iliği ve kök hücre bağışçısı sayısının ihtiyacı karşılamamasıdır. Uygun doku bulunamayan hastalara özellikle çocuklara, hayattayken hayat verebilmek için gönüllü bağışçı sayısı arttırılmalıdır.

Dünyanın pek çok yerinde kök hücre ve kemik iliğine ihtiyaç duyan hasta ve çocuk bulunmaktadır. Buna karşılık doku uygunluğu olan bireyi bulmak samanlıkta iğne aramaktan farksızdır. Bu yüzden birey olarak bu konunun farkında olmak, hasta bireyle veya yakınıyla empati kurmak, bilinçli davranmak önemlidir.

Yaptığımız kemik iliği veya kök hücre bağışının, ülkemizde hatta dünyanın başka bir köşesinde birilerinin hayatını kurtardığını bilerek faydalı, huzurlu ve mutlu bir birey olabiliriz. Bize bahşedilen hayatın, sağlığın verdiği huzuru başkalarıyla paylaşarak çoğaltabiliriz.

1.4.2. Lenf Dolaşımı

Vücudumuzda kan dolaşımı dışında ikinci bir dolaşım sistemi olan **lenf** dolaşımı vardır (Görsel 1.88).

Lenf dolaşımı, kılcal kan damarlarına geçememiş fazla doku sıvısının ve hücreler arası boşluğa sızan az miktardaki proteinlerin kan dolaşımına geri döndürülmesini sağlar. Lenf dolaşımı, bu maddelerin, kan toplardamarlarına doğru hareketini sağlayan alternatif bir yol oluşturur. Kılcal damarların atardamara yakın olan uçlarından doku hücreleri arasına süzülen sıvının büyük kısmı, toplardamara yakın olan uçlarından geri emilir. Fakat bu sıvının onda biri, buradan geri emilemediği için lenf kılcallarına alınarak kana geri döner. Lenf kılcal damarlarına difüzyonla geçen doku sıvısı, **lenf sıvısı** adını alır.

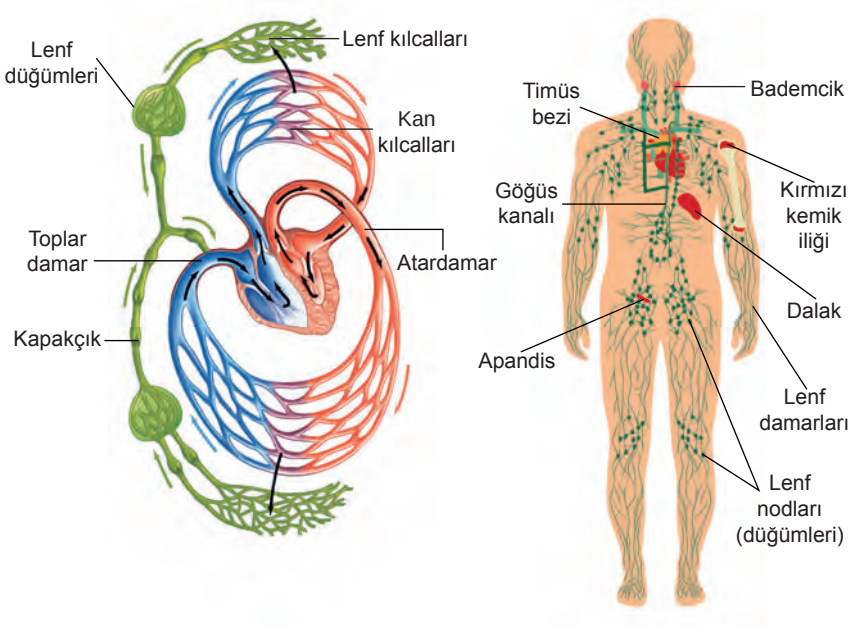
Lenf sıvısı, lenf damarları ve lenf düğümleri **lenfatik sistem**i oluşturur. Lenfatik sistem; embriyoda kardiyovasküler sistemin gelişiminden sonra yani hamileliğin 6. haftasının sonlarında gelişmeye başlar.

Lenfatik sistemin vücut için çok önemli işlevleri vardır.

Bilgi Notu

Lenf: Lenf damarları içerisinde dolaşan, kan plazması ve lenf proteinlerinden oluşan dolaşım sıvısına lenf denir.

Bunlar; lenf kanallarının proteinler ve büyük partiküller gibi kılcal damarlara doğrudan emilimi mümkün olmayan maddeleri doku sıvısından uzaklaştırıp kana götürmesi, sindirim sisteminden yağların geri emilip tekrar kan dolaşımına verilmesini sağlaması ve vücut savunmasında önemli rol oynaması gibi işlevlerdir.



Görsel 1.88: İnsanda lenf dolaşımı ve lenf bezleri

UYARI ! *Proteinlerin hücreler arasındaki sıvıdan uzaklaştırılmaları hayati bir olaydır. Bu durum aksadığında yaklaşık olarak 24 saat içinde ölüm meydana gelebilir.*

Lenf sıvısının bileşimi, doku sıvısına benzemektedir. İçeriğinde, kanda bulunandan daha az protein bulunur. Alyuvarları bulunmadığından renksizdir ve **akkan** ismini de alır. Buna karşılık lenf sıvısında akyuvarlar bulunur. Akyuvarlar sayesinde lenf, vücut savunmasında önemli rol oynar. Lenf sıvısı, dokulardan kalbe doğru hareket eder.

UYARI ! *Lenf sıvısında, fibrinojen ve alyuvar yoktur.*

1.4.2.1. Lenf Damarları

Lenf sistemi, kan kılcalları ile iç içe girmiş ince damar ağlarına sahiptir. Lenf kılcal damarları birleşerek lenf toplardamarlarını oluşturur. Kan toplardamarlarından daha ince olan duvarlarında, bağ dokusu ve düz kas yapısı görülür.

UYARI ! *Lenf sisteminin damar yapısında, lenf sıvısının yer çekimi ile geri dönmesini engelleyen tek yönlü açılan kapakçıklar bulunur.*

Lenf damarlarındaki sıvının akış hızını; hücreler arası sıvının basıncı, damar duvarlarının ritmik kasılmaları, iskelet kaslarının kasılması ve solunum hareketi gibi faktörler etkiler.

Hatırlatma

Lenf damarları, sindirim sisteminden yağların emilmesine yardımcı olur. Yağlar, ince bağırsaktan şilomikron hâlinde emilerek lenf damarları aracılığıyla dolaşıma katılır. Lenf dolaşımını doğru öğrenebilmek için "Sindirim Sistemi"nde "Besinlerin Emilimi" konusunu gözden geçiriniz.

UYARI !

Lenf sisteminde atardamar bulunmaz, toplardamar ve kılcal damarlar bulunur. Lenf damarlarında akış hızı, kan damarlarındakinden daha yavaştır. Lenf sıvısının akışı yürüme ve masaj ile artar. Bunun yanı sıra dinlenme durumunda lenf akımı yavaşlar.

Lenf kılcal damarları, uçları kapalı tüp şeklinde damarlardır. Dokular arasına yayılmıştır. Geçirgenlikleri, kan kılcallarından daha yüksektir. Lenf kılcalları, lenf toplardamarlarına açılır. Lenf damarlarının birleşmesiyle **göğüs lenf kanalı** ve **sağ lenf kanalı** adı verilen iki büyük lenf damarı oluşur. Vücudun alt bölgesinden gelen, sol koldan, başın ve göğsün sol yarısından toplanan lenf; göğüs lenf kanalı aracılığıyla sol köprücük kemiği altındaki toplardamara taşınır. Başın ve göğsün sağ yarısı ve sağ kolda toplanan lenf ise sağ lenf kanalı ile sağ köprücük kemiği altındaki toplardamara taşınır. Bunlar üst ana toplardamarda buluşarak kalbe dökülür. Böylece dokular arasında kalan sıvının tekrar dolaşıma dönmesi sağlanır.

1.4.2.2. Lenf Düğümleri

Lenf damarlarının yolları üzerinde bulunan, özel hücre kümelerinin oluşturduğu yapılar, **lenf düğümleri** olarak adlandırılır. Lenf düğümleri, lenf damarları boyunca vücutta dağınık olarak yerleşmiştir. En çok boyunda, koltuk altında, kasıkta ve büyük damarların etrafında kümeler hâlinde bulunan yapılardır. Lenf düğümlerinin yan yana gelmesiyle lenf bezleri oluşur. Bunlar: **bademcikler**, **timüs bezi**, **koltuk altı bezleri** ve **peke sarnıcı**dır. Dalak da lenf düğümlerine benzer. Bademcikler en büyük lenf bezleridir. Lenf düğümlerinde; lenf sıvısı süzülüp temizlenir, lenf sıvısındaki toksinler ve hücre artıkları nötrleştirilir, bakteri ve virüslere saldıran lenfositler üretilir ve depolanır. Lenfosit üretimi ve depolanması, bu organları vücut savunmasında önemli hâle getirmiştir. Enfeksiyonlu hastalıklarda, lenf düğümlerinin içindeki akyuvar üretim hızı artar. Bu durum lenf düğümlerinin şişmesine sebep olur. Doktorun muayene sırasında; boyunda, koltuk altında, kasıklardaki lenf düğümlerinin şişip şişmediğini kontrol etmesinin neden budur.

UYARI !

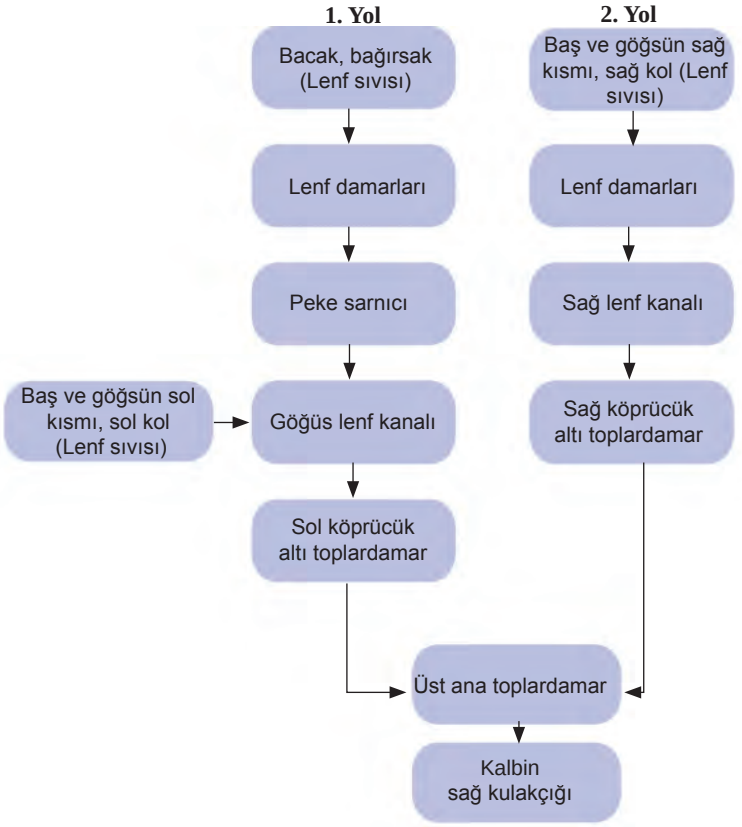
Karaciğerin lenf akımı çok yüksektir. Vücut dinlenme hâlindeyken vücutta oluşan lenfin yaklaşık olarak yarısı karaciğer kaynaklıdır.

1.4.2.3. Lenf-Kan Dolaşımı İlişkisi

Lenf sistemi sayesinde lenf sıvısı, dolaşım sisteminin büyük toplardamarlarına boşaltılır. Lenf ve dolaşım sistemlerinin bu şekilde birleşmesi ince bağırsaklardan emilen yağların, az miktarda proteinlerin ve fazla doku sıvısının kana aktarılmasında işlev görür.

Vücudun bacaklar, bağırsaklar gibi aşağı kısımlarından toplanan lenf, lenf kılcalları ile lenf toplardamarlarına aktarılır. Buradan peke sarnıcına geçer. Ardından göğüs lenf kanalı aracılığı ile sol köprücük altı toplardamara aktarılır. Buradan da üst ana toplardamara dökülür.

Başın sol tarafından, sol koldan ve göğsün sol kısmından toplanan lenf de göğüs lenf kanalından itibaren bu sıra ile kalbe ulaşır. Başın ve göğsün sağ üst yarısı ve sağ koldan toplanan lenf ise lenf kılcalları tarafından lenf toplardamarlarına aktarıldıktan sonra sağ lenf kanalı ile sağ köprücük altı toplardamarına boşaltılır. Ardından kalbe gitmek üzere üst ana toplardamara geçer. Buradan da kalbin sağ kulakçığına dökülerek kan dolaşımına dahil olur (Görsel 1.89).



Görsel 1.89: Lenf sıvısının dolaşıma katılmasına kadar vücutta izlediği yollar

Lenf sisteminin çalışmasını engelleyen bozukluklar, dokularda çok miktarda sıvı birikmesine yol açar. Doku sıvısının bu artışına **ödem** denir. Bu durum, bazı parazitlerin lenf damarlarını tıkaması, kılcal damar basıncının artması, azalmış plazma proteinleri sonucu kılcal damarda ozmotik basıncın düşmesi ve kılcal damarların geçirgenliğinin artması sonucu ortaya çıkabilir.

Bilgi Notu

Fil hastalığı: Dünyada Pasifik Adaları, Asya, Afrika ve Güney Amerika bölgelerinde yaygın görülen bir hastalıktır. İnsana mikroorganizmayla enfekte olmuş sivrisineklerle bulaşır.

Lenf damarlarını bazı parazitlerin tıkamasıyla kol, bacak veya vücudun diğer bölümlerinde aşırı şişmeler oluşur. Buna **fil hastalığı** denir.

1.4.2.4. Lenf Dolaşımı-Bağışıklık İlişkisi

Lenf düğümlerinde üretilen lenfositler, ihtiyaç duyulduğu miktarda, çeşitli bölgelere kanla taşınarak bağışıklığa katkı sağlar. Lenfositler, vücutta, yabancı organizma veya madde henüz fazla yayılmamışken yakalanmasını sağlayacak şekilde vücuda dağılmıştır, kullanılmayan lenfositler ise üretildiği lenf dokusunda depolanır.

Vücuda giren yabancı maddeler önce doku sıvılarına geçer. Ardından lenfatik damarlar aracılığıyla lenf düğümlerine ve diğer lenfoid dokulara taşınır. Örneğin boğaz ve yutak bölgesindeki lenfoid dokular

(bademcikler gibi) üst solunum yolu ile giren antijenleri yakalar. Dalak, timüs bezi ve kemik iliği ise kanda dolaşan antijenlerin yakalanmasında önemli rol oynar.

Lenfositler, **özgül bağışıklık**tan sorumludur. Bu hücrelerin genetik nedenlere bağlı eksikliği, radyasyon ya da kimyasallarla zarar görmesi gibi durumlarda özgül bağışıklık gelişemez. Bu bozukluğa sahip bebekler bakteriyel enfeksiyonlar nedeniyle hayatını kaybedilebilir.

Astım hastalığında olduğu gibi lenf sisteminin zararlı bağışıklık cevapları vermesi ise araştırmacılar için yeni bir alandır. Bu veriler sayesinde lenf sistemi, biyomedikal araştırmaların ümit veren bir alanı hâline gelmiştir.

1.4.3. Dolaşım Sistemleri Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması

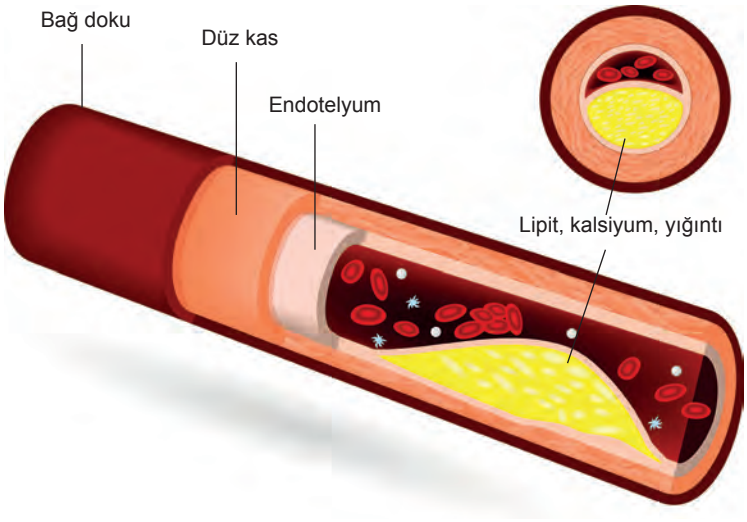
Bireyin yaşına bağlı olmadan son yıllarda en sık görülen dolaşım rahatsızlıklarından biri **emboli**dir. Emboli, damarlardaki kan akışını engelleyerek beyin, kalp gibi hayati önem taşıyan organlara zararlar verebilir.

Bilgi Notu

Emboli: Bir kan damarı içinde gaz, sıvı veya katı maddelerin oluşturduğu serbest dolaşan topak veya anormal pıhtılara emboli denir.

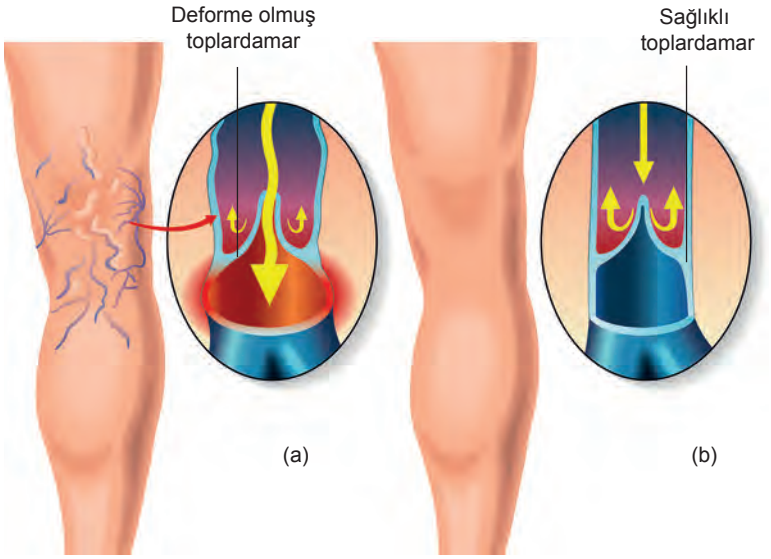
Ateroskleroz, kan damar duvarında çeşitli nedenlerle meydana gelen kalınlaşma ve sertleşme şeklinde ortaya çıkan bir hastalıktır. Zamanla kolesterol ve lipitlerin birikmesi ve bunların üzerine de kalsiyum tuzlarının çökmesiyle **damar sertliği** meydana gelir. Damar sertliğinde vücudun ısı düzenini sağlayan homeostatik hareketler gerçekleştirilemez. Yani sertleşen damar içinden geçen kanın sıcaklığı fazla ise damar bunu hissedemediğinden genişleyip vücudun ısısının ayarlanmasına katkıda bulunamaz veya içinden geçen kanın sıcaklığı düşükse damar bunu hissedemez ve buna bağlı olarak damar büzüşemez. Bu nedenlerle sertleşmiş damar vücudun ısısının korunmasına ve homeostaziye katkıda bulunamaz. Ayrıca damar çeperinde biriken yağ ve kireç, emboliye sebep olabilir (Görsel 1.90).

Hipertansiyonla birlikte başa giden damarlarda ateroskleroz meydana gelirse beyinde oksijen yokluğu nedeniyle kalıcı hasara (örneğin felce) yol açabilir. Dil altından verilen pıhtı çözücü ilaçların hemen kullanılması, kalp krizi ve inmenin (felcin) zararlarını azaltabilir.



Görsel 1.90: Atardamarda ateroskleroz oluşumu

Varis, hareketsiz yaşam tarzı ve genetik yatkınlık sonucunda toplardamar içindeki kapakçıkların bozulmasıyla oluşan bir damar hastalığıdır. Çoğunlukla gebelikte ve uzun süre ayakta durma sonucunda, alt bacak toplardamarları içindeki yarım ay kapakçıklarında fazla basıncın etkisiyle bozulma meydana gelir. Bu basınç, ödeme neden olur. Ödem, besin maddelerinin kas ve deri hücrelerine difüzyonunu önlediği için kas ağrıları ve kaslarda zayıflama ortaya çıkar. Deri altında balon şeklinde toplardamar şişlikleri gözlenir. Bacakların en az kalp seviyesine yükseltilmesi, bandajla sıkıca sarılması ve varis çorabı giyilmesi, varis ve ödem oluşumunu önleyebilir (Görsel 1.91).



Görsel 1.91: Varis oluşmuş bacak (a) ile sağlıklı bacakta (b) toplardamar durumları

Bilgi Notu

Hipertansiyon: Hipertansiyon kan basıncının normal seviyenin üstünde olması durumudur. Yetişkinlerde, sistolik basıncın 140 mm Hg; diastolik basıncın 90 mm Hg üzerinde olması yüksek tansiyon olarak tanımlanır.

Şehir hayatı, gelecek kaygısı, sağlıksız beslenme alışkanlıkları gibi sebeplerle artık her yaşta görülen bir diğer hastalık da **hipertansiyon**dur. Hipertansiyon heyecan, korku gibi durumlar, genetik yatkınlık, gebelik dönemi ve böbrek fonksiyonlarındaki bozulmalar gibi sebeplere bağlı olarak ortaya çıkabilir. Kalp krizi, inme (felç) gibi sağlık sorunlarına zemin hazırlar. Yeterli ve dengeli beslenme, düzenli egzersiz yapma ve ilaç tedavisiyle kontrol altına alınabilir.

Kangren; vücudun herhangi bir bölgesini besleyen atardamarın, o bölgeye kan getirememesi sonucu besin ve oksijensiz kalan bölgenin fonksiyonlarını yitirmesidir.

Sigara ve alkol kullanımı, düzensiz beslenme, hareketsiz yaşam tarzı, aşırı stres ve yorgunluk, kemik kırıklarının neden olduğu doku zedelenmeleri dolaşım bozukluklarına neden olur.

Yüksek tansiyon, koroner damar rahatsızlıkları, kalp krizi, kangren gibi dolaşım sistemi rahatsızlıklarından korunmak, tedavilerini kolaylaştırıp maliyetini azaltmak ve yaşam kalitesini yükseltmek için sağlıklı dolaşım sistemine ihtiyaç vardır. Bunun için kan basıncı, kan şekeri ve kandaki kolesterol seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmelidir. Bireyin günlük beslenmesinde bitkisel gıda çeşitleri artırılıp hayvansal gıdalar azaltılmalıdır. Uzun süre soğukta kalmak da damar çeperlerini zedeleyerek kangrenleşmeye neden olduğundan dondurucu soğuklarda gerekli önlemler alınmalıdır. Soğuk hava, kalp krizi gibi diğer bazı dolaşım sistemi rahatsızlıklarını da tetiklemektedir. Tüm bu sağlık sorunlarına karşı düzenli egzersiz, yeterli ve dengeli beslenme, stresten uzak yaşam ortamı sağlanması koruyucu önlemlerdendir.

Yapalım, Öğrenelim 3

Çalışmanın Yapıldığı Sınıf	**Çalışmanın Yapıldığı Tarih**
Çalışmanın Adı	Kan ve kemik iliği bağışının öneminin anlaşılması
Çalışmanın Amacı	Öğrencilerin, kan ve kemik iliği hastalıklarının sonuçlarının bireyin yaşama ve eğitim haklarında nasıl bir eşitsizliğe yol açtığını fark etmelerini sağlamak
Malzeme ve Materyaller	• A5 karton kâğıdına basılı rol kartları
Etkinliğin Yapılışı	• Öğretmen A5 karton kâğıtlarına kaynakta belirtilen rol kartlarını önceden hazırlar. • Etkinlik süreci boyunca sessizlik gerektiği vurgulanır. • Öğretmen 5 gönüllü öğrenci ister. Gönüllü öğrencilerin sınıf içinde hareket etmelerine imkân veren bir alanda aynı hizada yüzleri karşıya bakacak şekilde yan yana dizilmeleri istenir. Diğer öğrencilere gözlem yapması söylenir. • Öğretmen gönüllülere birer rol kartı dağıtır. Gönüllülerden kartı okumaları, yazılanları kimseyle paylaşmamaları istenir. Öğrencilere etkinlik süresince rol kâğıtlarını kendilerine dönük göğüs hizasında tutmaları söylenir. • Gönüllülere biraz sonra okunacak ifadeler doğrultusunda kendilerini rol kartındaki çocuk olarak düşünüp hareket etmeleri gerektiği belirtilir. • Okunan ifadeler kendilerine uyuyorsa bir adım ileri gitmeleri; uymuyorsa yerlerinde kalmaları gerektiği söylenir. • Öğretmen sırayla aşağıdaki ifadeleri okur. “Okula düzenli devam edebiliyorum.” “Okulun koridor, laboratuvar, bahçe ve sınıfları gibi her bölümünden rahatlıkla yararlanabiliyorum.” “Okulda sağlığımı tehdit edecek herhangi bir unsur yok.” “Evimde, sağlığımı tehdit edecek herhangi bir unsur yok.” “Ailem, arkadaşlarım, çevremdeki insanlar benimle ilgileniyor, bana destek oluyor.” “Ailemin sosyal durumu sağlığımı korumamda önemli bir etmendir.” “Sevdiğim sosyal ve kültürel faaliyetlere katılmamı engelleyecek bir durumum yok.” “Gelişimim için yeterli besin alabiliyorum.” “Çevremdeki insanların desteği sağlığıma kavuşmamı sağlayabilir.” “İstediğim mesleğe sahip olabilmemi sağlayacak tüm eğitimleri alabileceğimi düşünüyorum.” “Gelecekte organlarımı bağışlamayı düşünüyorum.” • İfadeler okunduktan sonra kimin nereye kadar ilerlediği, kendileriyle diğer gönüllüler arasındaki mesafe gözlemlenir. • Adım olarak en önde olan öğrenciye neler hissettiği ve nedeni sorulur. Adım olarak en geride olan öğrenciye neler hissettiği ve nedeni sorulur. Diğer gönüllülere neler hissettikleri ve nedeni sorulur. • Gözlem yapan diğer öğrencilere ne gözlemledikleri sorulur. Bir iki görüş alındıktan sonra gönüllülerden ellerindeki rol kartlarını çevirerek tüm sınıfa gösterip kartın üzerini okumaları istenir.

Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması

1. Farklı çocuk rollerindeki gönüllülerin ilerlemelerinin ya da geride kalmalarının nedenleri nelerdir?
2. İlerlemelerine etki eden engelleri ortadan kaldırmak için toplum olarak neler yapılabilir? Birey olarak bizim yapabileceklerimiz nelerdir? Bu etkinlikte edindiğiniz deneyime göre; kan ve kemik iliği bağışına dikkat çekmek için gruplara ayrılarak broşür ve kamu spotu hazırlayınız. Çalışmanızı bulunduğunuz bölgede paylaşınız.

Rol kâğıtları: "Kemik iliği bağışı bekleyen lösemili çocuk", "Fiziksel engeli olan çocuk", "Yurt dışından donör bekleyen ve bu ihtiyacını karşılayabilecek maddi güce sahip ailesi olan lenfoma hastası çocuk", "Sağlık durumu nedeniyle yaşadığı evin imkânları yetersiz olan beyin tümörü bulunan çocuk", "Sağlıklı beslenip özbakım becerilerini yerine getiren çocuk"

Ders Öğretmeni **Tarih/İmza**

Yapalım, Öğrenelim 4

Çalışmanın Yapıldığı Tarih

Çalışmanın Adı

Kan ve lenf dolaşımının bir model üzerinde gösterilmesi

Çalışmanın Amacı

- Öğrencilerin, kan ve lenf dolaşımı ile ilgili bir model üzerinden bütün sistemi görmesini sağlamak.
- Model yapma becerisi kazandırmak.

Malzeme ve Materyaller

- A3 boyutunda basılı kan ve lenf dolaşım görseli (Sayfa 157)
- 30X50 cm boyutunda kontraplak
- 1 cm iç çapında, birer metre kırmızı ve yeşil boru (pipet)
- Birer metre uzunluğunda süslemede kullanılan 2 adet led lamba
- 20-30 adet kroşe
- 2 adet AA pil

Etkinliğin Yapılışı

- 30X50 cm boyutunda kontraplak üzerine daha önceden hazırladığınız A3 boyutunda kan ve lenf dolaşım görselini yapıştırınız.
- Kırmızı borunun içine led lambanın birini geçiriniz. Yeşil borunun içine led lambanın diğerini geçiriniz.
- Kroşeler kullanılarak kontraplak üzerindeki kan dolaşımı üzerinden kırmızı boruyu sabitleyiniz.
- Kroşeler kullanılarak kontraplak üzerindeki lenf dolaşımı üzerinden yeşil boruyu sabitleyiniz.
- Led lambalarına pil takınız.
- Kan dolaşımı için kırmızı borunun ledini çalıştırınız.
- Lenf dolaşımı için yeşil borunun ledini çalıştırınız.

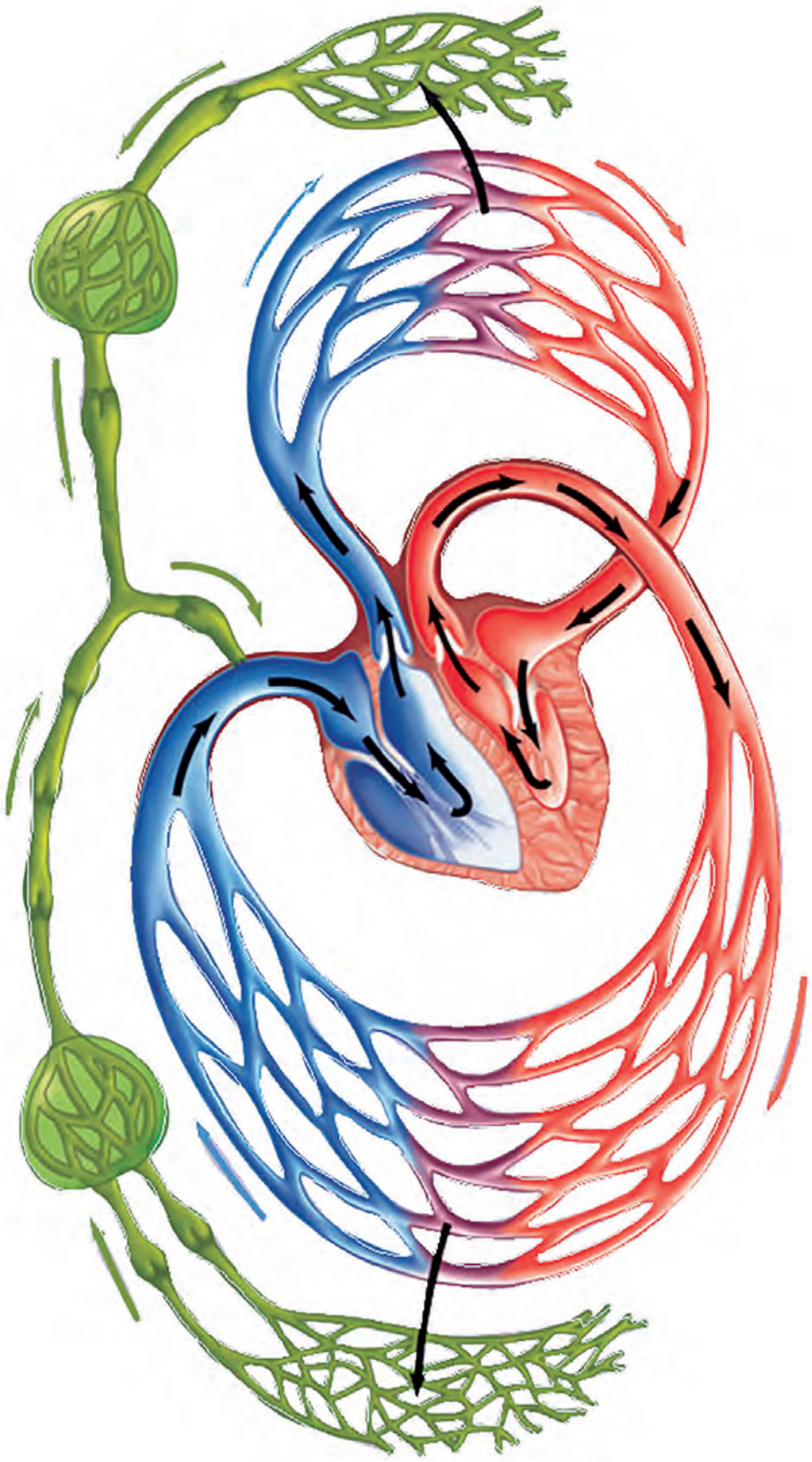
Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması

1. Kan ve lenf dolaşımında kullanılan ortak yapılar nelerdir?
2. Kan ve lenf dolaşımında kullanılan farklı yapıları gruplandırarak söyleyiniz.
3. Bu çalışmayı yazılım programı ve seti kullanarak daha gelişmişini ve ucuzunu nasıl yapabileceğinizi araştırınız.
4. Bu modeli baz alarak kan ve lenf dolaşımını bir şehrin su şebekesi, yolları, trafik lambaları, elektirik dağıtım sistemleri vb. unsurlarını düşünerek hangileriyle benzerlik gösterdiğini tartışınız.

Kaynak

http://www.eba.gov.tr/video/izle/369552a9abb7ce68940528a0e7d130fedbdf-32d09c001 adresinden lenf dolaşımı ile ilgili bilgilerinizi gözden geçirebilirsiniz. (Erişim tarihi: 12.02.2018)

Ders Öğretmeni **Tarih/İmza**



Oku-Yorum

Antibiyotikler

Hava değişimleri, farklı ortamlarda bulunma, yediğimiz besinlerdeki mikroorganizmalar yoluyla pek çok mikropla karşılaşırız. Vücudumuz bu mikroplara karşı direnç gösterir. Ancak her hastalığın etkeni farklı olduğu gibi tedavi süreci de farklıdır. Bakteri ve bazı parazitlere karşı tedavi süresini kısaltmak ve istenilen sağlığı elde etmek için başvurduğumuz yöntemlerden biri de antibiyotiklerdir.

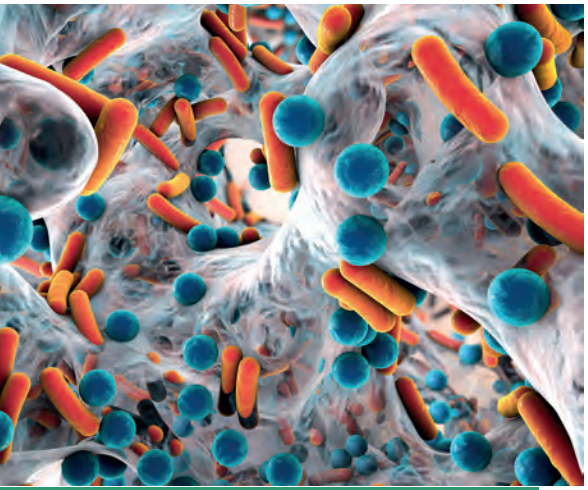
Antibiyotikler, yaşam karşıtı anlamına gelir. Zararlı bakterilerin yol açtığı hastalıkların tedavisinde kullanılan kimyasal maddelerdir.

1800'lü yıllarda Louis Pasteur'ün (Luis Pastör) "Bazı mikroorganizmalar diğerlerini öldürüyor." görüşü, mikroorganizmaların çevresel değişikliklere hızla uyum sağlayabildiğinin öngörüsüdür.

Antibiyotik direnci (bakterilerin antibiyotiğe direnç geliştirmeleri) tedavi dozunda değişikliklere neden olur. Direnç, tedavi dozunun bakterileri öldüremediği ve çoğalmalarını önleyemediği anlamına gelir. Direnç geliştiren bakteri bir süre sonra ortamdaki dirençsiz bakterilere gen aktararak olanların da dirençli hâle gelmesine neden olur. Antibiyotik direnci, ilk kez 1930'larda bir askeri hastanede ortaya çıkmıştır.

Hastanelerin özellikle yoğun bakım ve yenidoğan ünitelerinde dirençli bakteriler ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir.

Antibiyotik direnci hakkında farkındalık yaratmak amacıyla akıllı ilaç kullanımı uygulamaları başlatılmış,



ulusal ve uluslararası çalışmalar arttırılmıştır. Bu yüzden dünyanın herhangi bir bölgesindeki sorun, tüm dünyanın sorunudur. Küresel sorunlardan biri olan antibiyotik direncine karşı yeni antibiyotiklerin keşfedilmesi düşünülmüş ancak çoklu antibiyotik direnci gösteren mikroorganizmalar gelişmiştir. Daha sonra değişen mikroorganizmaların sayısı ve çeşitliliği hızla artmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO, DSÖ), 2011 dünya sağlık günü temasını "antibiyotik direnci" olarak belirlemiş; tüm dünya insanlarının bu konu hakkında düşünmeleri ve sorumluluk almaları gerektiği vurgusunu yapmıştır. Gereksiz, etkisiz, yüksek maliyetli ilaç kullanımı çeşitli boyutlarda sorunlar doğurmuştur. Antibiyotik direncinin hep var olduğu ve olacağı, antibiyotiğin mikroorganizmayla etkileşimi sonrasında, güçlenen organizmalara karşı, yeni bir antibiyotiğin bulunamayacağı düşünülmektedir. Bundan dolayı klinik açıdan önem taşıyan direnç mekanizmaları ve dirençli bakteri türlerinin zaman içinde sürekli değişime uğrayacağı bilinerek yeni direnç mekanizmaların neler olabileceği üzerinde çalışmak daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

(Kaynak:www.akilliilac.gov.tr/?page_id=826, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu/Akıllı ilaç kullanımı-Antibiyotik direnci); ankemderneği.org.tr/?dp=sizden gelenler &=66 (2007), Pınar Yamantürk ÇELİK, Bahar BÜGET, Geçmişten Günümüze Antibiyotikler: Genel Bir Bakış, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 19.10.2017)

17. yy

- Kemoterapötik olarak adlandırılmış kimyasal maddeler, enfeksiyon etkenli hastalıkların tedavisinde kullanılmaya başlandı.

1800-1909

- Louis Pasteur: "Bazı mikroorganizmalar diğerlerini öldürüyor!" fikrini açıkladı.
- Paul Ehrlich (Pol Ehrliç) "Seçici toksik etki" kavramını ortaya attı.

1928

- Sir Alexander Fleming (Sör Aleksandır Fleming), penisilini (*Penicillium notatum*) küften elde etti.

1930-45

- Alman Farmakolog Gerhard Domagh (Gerhard Domah), sülfonamid antibiyotiğini kullanımını başlattı.
- Oxford Üniversitesi Tıp Fakültesi araştırmacıları, streptokok enfeksiyonlarında penisilinin yüksek etkinliğini deneysel olarak kanıtladılar. (Penisilin tozu mucizesi)

1945

- Sir Alexander Fleming: "Penisilin direnci oluşabilir." fikrini öne sürdü.

1930-1960

- Antibiyotiğin isim babası Selman A. Waksman (Selman E. Vaksmın), tüberküloz tedavisi için streptomisin etken maddesini buldu.
- Geniş spektrumlu antibiyotikler geliştirildi.

1.4.4. Bağışıklık (Savunma) Sistemi

Vücudumuz, doku ve organlarına zarar verebilecek organizma, toksinler veya yabancı maddelere karşı direnç gösterme yeteneğine sahiptir. Vücuda girmiş olan herhangi bir yabancı madde **antijen** adını alır. Vücuda giren yabancı moleküller, hastalık oluşturup oluşturmamasına bakılmaksızın hücrelerde çeşitli **bağışıklık** tepkilerine yol açar. İnsan vücudunun dış yüzeyinde, vücut sıvılarında ve dokularda görevli bağışıklık elemanları vardır.

Bilgi Notu

Bağışıklık: Vücudun kendinden olan ile yabancı olan maddeleri ayırt ederek yabancı olanlara karşı direnç oluşturulması **bağışıklık sistemi** sayesinde gerçekleşir. Bu sistemi araştıran bilim dalına **immünoloji** (bağışıklık bilimi) adı verilir.

Bağışıklık sistemi sayesinde bakteri, mantar, virüs, parazit omurgasızlar gibi patojen (hastalık yapan) organizmalara karşı koruma sağlanır. Aynı zamanda patojen olmayan yabancı maddeler de vücuttan uzaklaştırılır.

Bağışıklık, **doğal bağışıklık** (**özgül olmayan bağışıklık**) ve **kazanılmış** (**özgül**) **bağışıklık** olmak üzere iki çeşittir (Tablo 1.9).

Tablo 1.9: Bağışıklık Çeşitleri

Özgül Olmayan (Doğal) Bağışıklık		**Özgül (Spesifik, Kazanılmış, Edinsel) Bağışıklık**
Savunmanın 1. Hattı	Savunmanın 2. Hattı	Savunmanın 3. Hattı
Deri, zarlar, salgılar (HCl, mukus, gözyaşı vb.)	**Fagositik hücreler** (monositler, nötrofiller, makrofajlar) **Doğal katil hücreler** **Yangısal tepki** **İnterferon**	**B Lenfositler** (Humoral bağışıklık) **T Lenfositler** (Hücresel bağışıklık)

Hatırlatma

Bağışıklık konusunun mekanizmasının daha iyi anlaşılması için 9. sınıf biyoloji dersi "Hücre Zarı Olayları, Hücre İçi Sindirim" konusu gözden geçirilmelidir.

1.4.4.1. Özgül Olmayan (Doğal) Bağışıklık

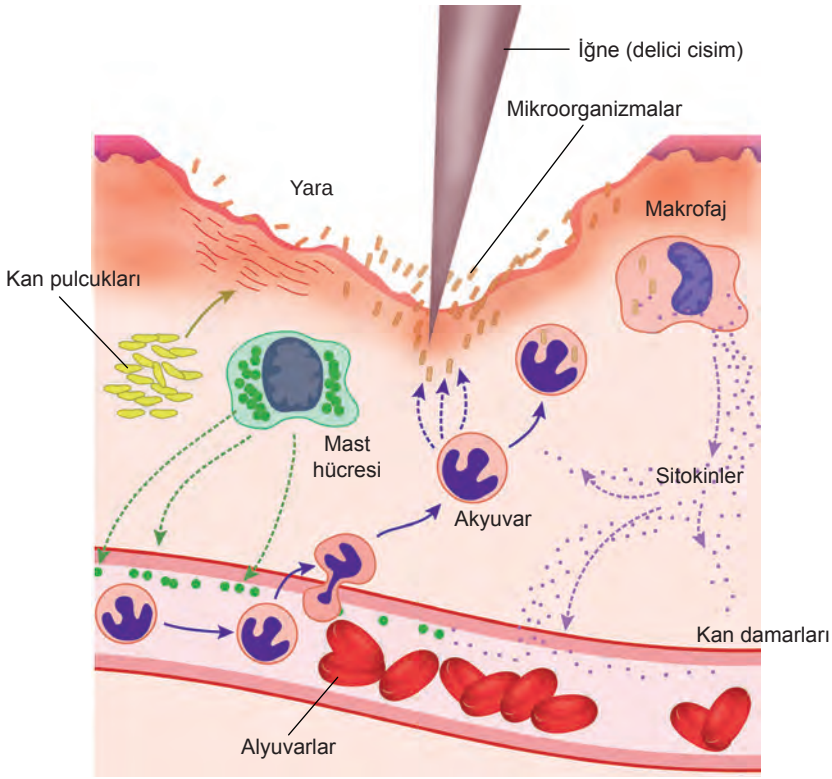
Organizmalara karşı özgül olmayan, genel bir savunmadır. Tüm insanlar, herhangi yabancı bir etkenle karşılaşmadan önce, doğuştan gelen, özgül olmayan bağışıklığa sahiptir. Doğal bağışıklıkta patojenler, iki savunma hattı ile karşılaşır.

Savunmanın birinci hattında, vücut yüzeyinde mikropların vücuda girişini önleyen engeller yer alır. Tükürük, gözyaşı, mukus salgılarındaki lizozim, mikropların hücre duvarını parçalar. Besinler yoluyla ağza alınan mikroplar önce tükürük içinde sonra midede enzimler, mukus ve farklı pH sayesinde yok edilir. Derimizden salgılanan ter ve gözden salgılanan gözyaşı içinde hastalık etkenlerinin ve yabancı maddelerin vücuda girişini engelleyen salgılar vardır. Soluk alma yoluyla burnumuza ve soluk borumuza giren mikroplar mukus ve silli epitel hücrelerinin salgısıyla toplanır ve balgam oluşturulur, akciğerler enfeksiyondan korunur. Üreme organlarından salgılanan sıvılarda (bir çeşit mukus) da bu bölgeden girebilecek mikropların vücuda girmesini önleyecek ve bu mikropları yok etme amaçlı maddeler bulunur. Mikropların vücudumuzun açık bölgelerinden içimize girmesini önleyen tüm bu engeller, savunmanın birinci hattını oluşturur.

Savunmanın ikinci hattında ise **yangısal tepki** (iltihaplanma), **interferon** yöntemlerinin yanı sıra **fagositoz yapan hücreler**in ve **doğal katil hücreleri**n savaşması ile korunma sağlanır. İnsan vücuduna giren patojenler, fagositoz yapan hücrelerle (monositler ve nötrofillerle) karşılaşır. Fagositoz yapan hücreler, patojenleri içindeki kofula alır. Sonra bu kofol, lizozom ile kaynaşır ve bu patojenleri parçalar. (Bu durum hücre içi sindirime örnek olarak gösterilebilir.) Monositler, fagositoz yaptıktan sonra makrofajlara dönüşür. Özgül olmayan bağışıklıkta doğal katil hücreler de görev alır. Doğal katil hücreler (doğal öldürücü lenfositler); yabancı hücreler, tümör hücresi ve bazı enfekte olmuş hücreleri tanıyıp öldürür. Bu hücreler vücutta dolaşarak virüsle enfekte olmuş ya da kanserleşmiş hücreleri bulurlar ve bu hücreleri öldürecek kimyasallar salgılayarak bunların yayılmasını önler.

Doğal bağışıklığı sağlayan diğer etken, **interferon salgıları**dır. Virüsten etkilenmiş vücut hücreleri, protein yapılı interferon salgılar. İnterferon salgıları; enfekte olmamış komşu hücrelerin korunması için patojenleri tanıyan, saldırıp üremelerini durduran ya da patojenlerin hücre zarlarının yapısını bozan çeşitli maddelerin sentezlemesini sağlar. Bu sayede virüslerin vücuda yayılması önlenir.

UYARI ! *İlaç firmaları, Hepatit C gibi hastalıklara neden olan virüslerin tedavisi için rekombinant DNA teknolojisini kullanarak interferonların seri üretimini gerçekleştirmeyi başarmıştır.*



Görsel 1.92: Yangısal tepki oluşumu

Yaralanmalarda deriden giren mikroorganizmalar **yangısal tepkiye** neden olur. Yaralı bölge kızarır ve çeşitli hücreler buraya toplanır. Yaralı dokuya gelen mast hücreleri, **histamin** salgılar. Histaminin etkisiyle kılcal damarlar genişler ve bu damarların geçirgenliği artar. Böylelikle mikroplara karşı savaşan molekülleri içeren sıvı, dokuların arasına geçer. Gelen makrofajlar ise **sitokinleri** salgılar (Görsel 1.92).

Sitokinler, yaralı dokuya kan akışını artırarak yangılarda tipik olarak görülen kızarıklık ve deri sıcaklığının yükselmesi durumlarına neden olur. Bölgeye gelen hücreler tarafından salınan sinyaller sonucu buraya ulaşan nötrofiller, yangı bölgesindeki patojenleri ve hücre kalıntılarını fagositozla yok eder. Geçirgen damarlardaki pıhtılaştırıcı faktörlerin etkisiyle yara kapanır.

1.4.4.2. Özgül (Spesifik) Bağışıklık

Vücudumuz bakteriler, virüsler veya yabancı maddelere karşı çok güçlü bağışıklık geliştirme yeteneğine sahiptir. Belirli hastalık etkenlerine karşı B ve T lenfositleri tarafından sağlanan ve hatırlanma özelliğine sahip bağışıklığa **özgül** (**spesifik**, **kazanılmış**) **bağışıklık** denir.

Bağışıklığın üçüncü hattını oluşturan ve sadece omurgalılarda görülen bu bağışıklık çeşidiyle, özgül organizmalara saldırıp onları yok eden antikorlar ve lenfositler üretilir. Özgül bağışıklık, özgül olmayan bağışıklıktan sonra harekete geçer ve daha yavaş gelişir.

Vücuda girmiş yabancı maddeler, reseptörler aracılığıyla tanınır. Her lenfositin tek bir tipteki antijeni bağlayacak reseptörü vardır. Bu antijen vücuda girdiğinde lenfosit reseptörü ile antijene bağlanır. Böylelikle lenfosit aktifleşmiş olur. Aktifleşen lenfosit bölünerek aynı tip antijene yanıt veren çok sayıda lenfosit oluşturur. Bu klonlanarak büyüme yöntemiyle oluşan lenfositlerin bir kısmı antijene saldırırken diğerleri antijenle tekrar karşılaşıncaya kadar bekler (**bellek lenfositleri**). Bu bağışıklık türünde, vücuda girmiş bulunan organizmaları tanıyıp onlara saldırarak yok eden, kemik iliğindeki kök hücrelerden gelişen akyuvar tipleri olan **B lenfositleri** ve **T lenfositleri** bulunur. Kemik iliğinden, timüs bezine geçen lenfositler burada olgunlaşarak T lenfositlerini oluşturur. Kemik iliğinde olgunlaşan lenfositler ise B lenfositlerini oluşturur.

Vücutta serbest dolaşan bakteri, virüs gibi antijenlere B lenfositleri (plazma hücreleri) müdahale eder. Antijen, B lenfositin üzerindeki antijen reseptörlerine bağlanınca B lenfosit aktifleşir.

Aktifleşen B lenfosit çoğalarak antijen için reseptörler taşıyan ve aynı hücrelerden oluşan hücre klonu oluşturur. Oluşan hücre klonundan bazı hücreler, aynı antijenle tekrar karşılaşıldığında hızlı tepki verebilen uzun ömürlü **hafıza** (**bellek**) **hücreleri**ne dönüşür. Hafıza hücreleri yaşam boyunca aynı antijenle tekrar karşılaşıldığında plazma hücrelerine dönüşebilme yeteneğine sahiptir ve çok daha hızlı ve güçlü antikor yanıtı oluşturur.

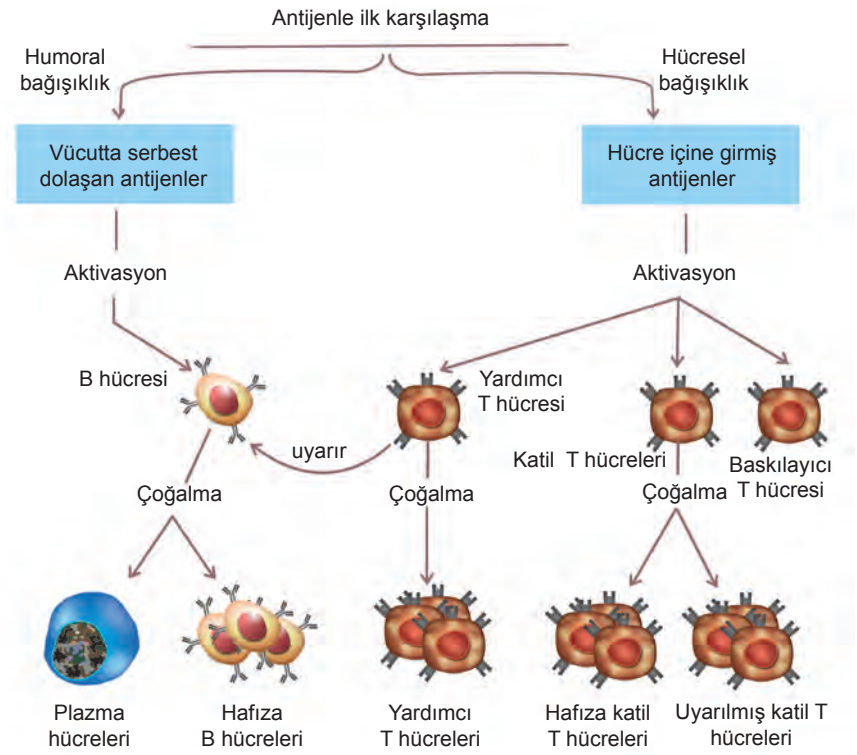
Diğer hücreler ise antijen için özgül antikorlar (immünoglobülin: Ig) salgılayan kısa ömürlü plazma hücrelerine dönüşür. Her plazma hücresinde saniyede 2000 antikor üretilir. Bu antikorlar, lenf sıvısına salgılanarak kan dolaşımına taşınır. B lenfositlerinin bu süreci **humoral** (**sıvısal**) **bağışıklık** olarak adlandırılır.

Antikorlar, antijenlere değişik yollarla müdahale edebilir. Örneğin bazı durumlarda bakteriler topak oluşturacak şekilde birbirlerine bağlanır. Bazı durumlarda ise çözünebilen antijenle antikorun oluşturduğu kompleks çöktürülür ya da antijen virüs kökenli ise virüs antikorlarla örtülür. Bu işlemler tümüyle fagositozu kolaylaştırır. Ayrıca antikorlar hücresel saldırganın parçalanmasını sağlayabilir. Bu olay **lizis** adını alır.

Lizis yardımıyla yabancı hücrenin duvarında açılan deliklerden, yabancı hücre su alarak şişer. Şişen yabancı hücre patlayarak yok olur. Hücre içine giren antijenlere T lenfositleri müdahale eder. T lenfositlerinin hücre içindeki yabancı moleküllere karşı oluşturduğu bağışıklık **hücresel bağışıklık** adını alır (Görsel 1.93).

Antijen, T lenfositin üzerindeki antijen reseptörlerine bağlanınca T lenfosit aktifleşir. Aktive edilmiş T lenfosit, çoğalarak aynı antijene özgü reseptörler taşıyan hücre klonlarını oluşturur. T lenfosit klonundaki bazı hücreler, yardımcı T hücreleri ve katil T hücrelerini oluşturur. Diğer hücreler ise **uzun ömürlü hafıza hücreleri**ni oluşturur. Yabancı molekül, konak hücreye girip hücreyi enfekte ettiği zaman T lenfositleri, yabancı proteinleri tanımaya başlar. Konak hücrenin enzimleri yardımıyla yabancı protein (antijen) küçük peptitlere parçalanır. Çevreye yayılan bu parçaları yok etmek için B lenfositleri antikor üretir. Böylece antijenlerin çevre dokulara yayılması önlenir.

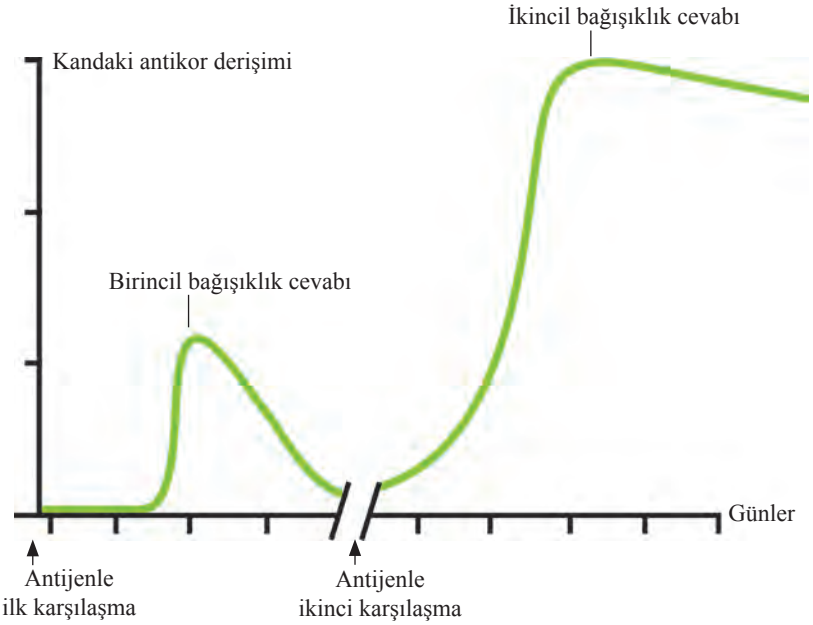
Araştıralım-Paylaşalım
Bazı aşıların zaman içerisinde değişmesinin nedenlerini araştırınız. Sınıfınızla paylaşınız.



Görsel 1.93: Humoral ve hücresel bağışıklık hücreleri

Bir antijenle daha önce karşılaşmış olma, vücutta bağışıklık sisteminin tepki verme hızını ve süresini değiştirir. Antijen vücuda ilk girdiğinde, kanda lenfosit klonundaki plazma hücrelerinin oluşturduğu antikor oluşana kadar yaklaşık bir haftalık süre geçer. Antikor seviyesi bir miktar artıp azalır. Bu **birincil bağışıklık cevabı** olarak adlandırılır (Grafik 1.5). Aynı antijen tekrar vücuda girdiğinde bellek (hafıza) hücreleri daha kısa zamanda plazma hücrelerini oluşturur. Böylelikle daha hızlı, etkili ve uzun süreli antikor üretimi sağlanır. Buna **ikincil bağışıklık cevabı** adı verilir. İkincil bağışıklık cevabı, antijenle karşılaşmadan sonra üretilen B ve T lenfositlerinin birikimine dayanır. Bunların yaşam süresi uzun olduğu için onlarca yıl sürecek bağışıklık hafızasının temelini oluşturur. İkincil bağışıklık cevap sayesinde kişi hastalanmadan antijenden

kurtulur. Bağışıklık sistemi tarafından ikincil tepkinin oluşturulması, **bağışıklık belleği** olarak adlandırılır. Bağışıklık belleği, birçok hastalığa karşı uzun süreli koruma sağlar. Bağışıklık belleğinin oluşabilmesi için aşı olmak ya da daha önceden hastalığı atlatmak gerekir.



Grafik 1.5: Antijenle ilk ve ikinci karşılaşma grafiği

1.4.4.3. Bağışıklığın Kazanılması

İnsan vücudunda bağışıklık **aktif bağışıklık** ve **pasif bağışıklık** olarak iki şekilde kazanılır.

Aktif bağışıklık, T ve B lenfositlerinin gerçekleştirdiği humoral (sıvısal) ve hücresel bağışıklık tiplerini içine alır. Vücuda giren patojenlerin oluşturduğu enfeksiyon nedeniyle vücudun kendisi tarafından oluşturulan antikorlar ve fagositik hücrelerle gerçekleşen savunma tipidir. Aynı zamanda **aşı** olmak ve önceden hastalığı atlatmak, aktif bağışıklık kazandırabilir. Aşılama; vücuda zayıflatılmış patojenler, patojen parçaları veya etkisi azaltılmış bakteri toksinleri verilmesiyle gerçekleştirilir. Zayıflatılmış mikroplar vücuda girdiğinde, bu mikroplara karşı antikor oluşturularak bağışıklık kazanılır. Kişide bağışıklık belleği meydana getirilir. Antikorların koruyuculuk süresi aşının türüne ve özelliklerine göre değişkenlik gösterir. Özellikle çocukluk çağında kullanılan aşıların tümünün koruyuculuklari yüksektir. Hastalık etkenlerinin mutasyona uğramaları nedeniyle aşılar zaman içerisinde yeniden geliştirilerek değiştirilmelidir. Aşılar çocuk felci, kızamık, suçiçeği ve diğer birçok viral hastalığa karşı korumada uygulanmaktadır. Aşı sağlıklı bireylere uygulanır (Grafik 1.6).

Geçmişte çok sayıda insanın ölümüne ya da sakatlanmasına neden olmuş bulaşıcı hastalıklar, aşılar ve aşılama kampanyalarıyla kontrol altına alınmıştır. Türkiye'ye yapılan göçlerin fazla olması bulaşıcı hastalıklar bakımından risk oluşturmaktadır. Bu nedenle aşılanma kamu sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak her patojenden aşılanarak korunmak mümkün değildir. Her patojende aşılama mümkün olmadığından temel sağlık kurallarını öğrenmek ve kuralların uygulanmasına dikkat etmek mikroplardan korunmaya yardımcı olacaktır.

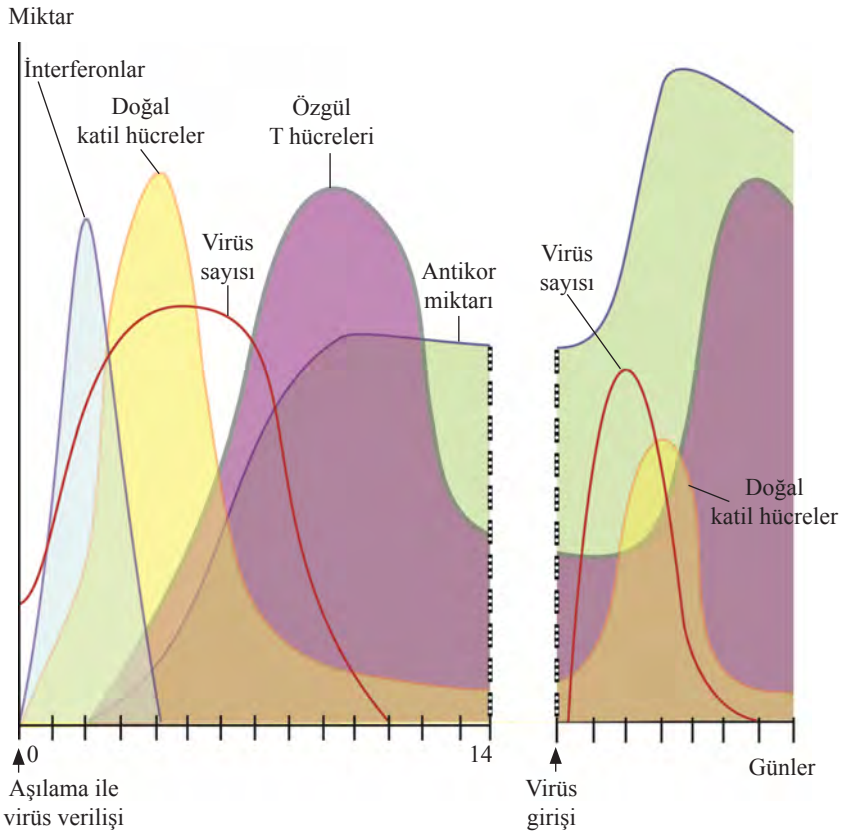
Bilgi Notu

Bağışıklık belleği: Yaklaşık 2400 yıl önce Yunanlı tarihçi Thucydides (Tusididis) tarafından fark edilmiştir. Veba hastalığının aynı insana iki kez öldürücü boyutlarda etki etmediğini gözlemleyerek tespit edilen bu duruma bağışıklık belleği denir.

Bilgi Notu

Aşı: Dünyada kullanılan ilk aşı, çiçek aşısıdır. (1796, Edward Jenner) Bu aşı, 1801 yılında Jenner metoduyla İstanbul'da üretilmiştir. (11. sınıf tarih dersi, "Lale Devri Gelişmeleri" konusu) Dünyada bulunan ikinci aşı, kuduz aşısıdır. (1885 Louis Pasteur)

Tifüs aşısını ilk bulan kişi Dr. Reşat Rıza Kor'dur.



Grafik 1.6: Aşılama İle Bağışıklama Grafiği

Bilim insanları kansere neden olan 6 çeşit virüs belirlemiştir. *Kaposi sarkoma herpes* virüsü ve Hepatit B virüsü bunlardan ikisidir. Hepatit B virüsü aşısı 1986 yılında bir insana yönelik geliştirilen ilk hepatit aşısıdır. Rahim ağzı kanserine neden olan *Papilloma* virüsüne karşı (*HPV*) 2006 yılında bir aşı geliştirilmiştir. 1970'li yıllarda Harald zur Hausen (Herhald sur Hauzın) Almanya'da, insan *Papilloma* virüsünün (*HPV*) rahim ağzı kanseri oluşturduğunu ileri sürmüş ve on yıllık çalışmaları sonunda rahim ağzı kanseri olan hastalardan belirli iki tip *HPV* izole etmeyi başarmıştır. 2006'dan sonra rahim ağzı kanserine karşı oldukça etkili aşılar geliştirilmiştir. Dünyada kanser vakaları arasında beşinci sırada gelen rahim ağzı kanseri, genç kadınlarda ve 13 yaş öncesi kız çocuklarında aşılanma, *HPV* virüsü ile enfekte olma olasılığını büyük ölçüde azaltmıştır.

Araştıralım-Paylaşalım
Aşı ve serum konusundaki öğrendiklerinizi karşılaştırınız. Sonuçları sınıfınızda paylaşınız.

Pasif bağışıklık, başka bir canlıda üretilmiş olan antikorların insan vücuduna aktarılarak bağışıklık kazanılması durumudur. Aktarılmış antikorların ömrü kadar (birkaç hafta ile birkaç ay) bağışıklık devam eder. İki şekilde pasif bağışıklık kazanılabilir.

Doğal yolla pasif bağışıklık kazanılabilir. Hamile bir kadının kanındaki antikorların fetüse ulaşmasıyla fetüs pasif bağışıklık kazanmış olur. Bu antikorlar özgül oldukları patojenle karşılaşınca hemen tepki verir. Doğumdan sonra ise emzirme yoluyla pasif bağışıklık doğal yollarla sağlanmış olur. Anne sütündeki antikorlar bu yolla bebeğe geçerek bebeği belli bir süre hastalıklardan korur.

Yapay olarak pasif bağışıklık serumla sağlanabilir. Serum, belirli bir antijen için antikor üretmiş başka bir canlıdan (genellikle koyun ya da at) elde edilir.

Aynı antijenle enfekte olmuş kişiye bu antikorları içeren serum verilerek antijenler etkisiz hâle getirilebilir. Böylelikle tedavi sağlanmış olur.

Vücudumuzun tepki gösterdiği bir başka etki **alerji**dir. Alerjiye neden olan maddeler **alerjen** (polen, yer fıstığı, vb) olarak adlandırılır. Alerji gözlerde yaşarma, burun akıntısı, hapşırık, zor nefes alma şeklinde tipik belirtilerle kendini gösterir.

UYARI ! *Antihistaminler olarak bilinen ilaçlar, histamin reseptörlerini kapatarak oluşabilecek alerji belirtilerini azaltır.*

Alerjen maddenin etkisiyle mast hücrelerinden çok miktarda histamin salgılanması sonucu, yüzeysel kan damarlarının ani bir şekilde genişleyip kan basıncının düşmesi ve akciğer damarlarının daralması şeklinde gerçekleşen olaylara **anaflaktik şok** denir. Arı zehri, penisilin, yer fıstığı gibi alerjenler bunlara aşırı duyarlı kişilerde anaflaktik şoka neden olabilir. Anaflaktik şok birkaç dakika içinde ölüme sebep olabilir. Bazı maddelere aşırı duyarlı kişilere adrenalin hormonu içeren ilaçlar enjekte edilerek bu tepkiler azaltılabilir.

En sık rastlanan alerjik hastalıklar arasında ürtiker, saman nezlesi ve astım gösterilebilir. Ürtikerde antijen, özgül deri bölgelerine girer, o bölgede şok benzeri reaksiyon gelişir. Ürtiker rahatsızlığında deride kızarıklık ve şişmeler gözlenir. Bu hastalıkta antihistaminik **ilaç**lar etkilidir. Astıma yol açan alerjik reaksiyon, akciğer bronşiyollerinde gerçekleşir. Ortaya çıkan solunum sorunu, alerjiye sebep olan ürünler ortamdan uzaklaştırılıncaya kadar sürer.

Bağışıklık sisteminin vücudun kendi moleküllerine saldırması sonucu **otoimmün hastalıklar** ortaya çıkar. Örneğin *sistemik lupus erythematosus* (sistemik lupus eritematozus) hastalığı bağışıklık sisteminin, normal hücre parçalanması sonucu oluşan histon proteinlerine ve DNA'ya karşı antikor oluşturan bir hastalıktır. Bu hastalık; ateş, deride kızarıklıklar, eklemde yangılar ve böbrek yetmezliğine neden olabilir. Geçmiş konularda öğrendiğimiz eklem romatizması, tip I diyabet, multiple skleroz, graves hastalıkları da otoimmün hastalıklardır.

Genetik yatkınlık, cinsiyet, yaşanılan çevre, otoimmün hastalıkların görülme sıklığını etkiler. Araştırmalara göre kadınlarda otoimmün hastalıkların görülme sıklığı erkeklere oranla daha fazladır. Stres, yetersiz beslenme, aşırı yorgunluk bağışıklık sistemini etkileyen diğer faktörler arasındadır.

Yeterli ve dengeli beslenme, düzenli egzersiz, doğru nefes alıp verme kan akışını hızlandırdığı için bağışıklık sistemini olumlu etkiler. Araştırmalar, dinlenme ve uykunun da bağışıklık için önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Doğuştan veya sonradan kimyasal ve biyolojik antijenlere maruz kalma nedeniyle bağışıklık eksikliği görülebilir. Aktif lenfosit oranının azlığı ya da hiç olmaması **baskılanmış bağışıklığa** neden olur. HIV (AİDS virüsü), sonradan gelişen kazanılmış bağışıklık eksikliğine sebep olduğu bilinen virüstür. Bu virüs kazanılmış bağışıklık tepkisinden kaçabilir veya vücuda saldırabilir. AIDS hastalarında ölüm nedeni HIV'in kendisi değil, fırsatçı hastalıklar, sinir hasarı ve bağışıklığın çökmesidir.

Bilgi Notu

Alerji: Yunancada, diğer anlamına gelen "allos" (alloz) sözcüğünden köken alır. Alerji günümüzde, birçok kişinin sorunsuz kabul edebildiği maddelere karşı anormal duyarlılık olarak tanımlanmaktadır. Alerjenle ilk karşılaşıldığı zaman **plazma hücreleri** tarafından alerjen yüzeyindeki antijenlere karşı özgül antikorlar salgılanır. Bu antikorlar bağ dokudaki **mast hücreleri**ne tutunurlar. Daha sonra vücuda tekrar giren alerjen, mast hücresindeki antikorlar tarafından tanınır. Bu tanıma, mast hücresini, **histamin** salgılaması için uyarır.

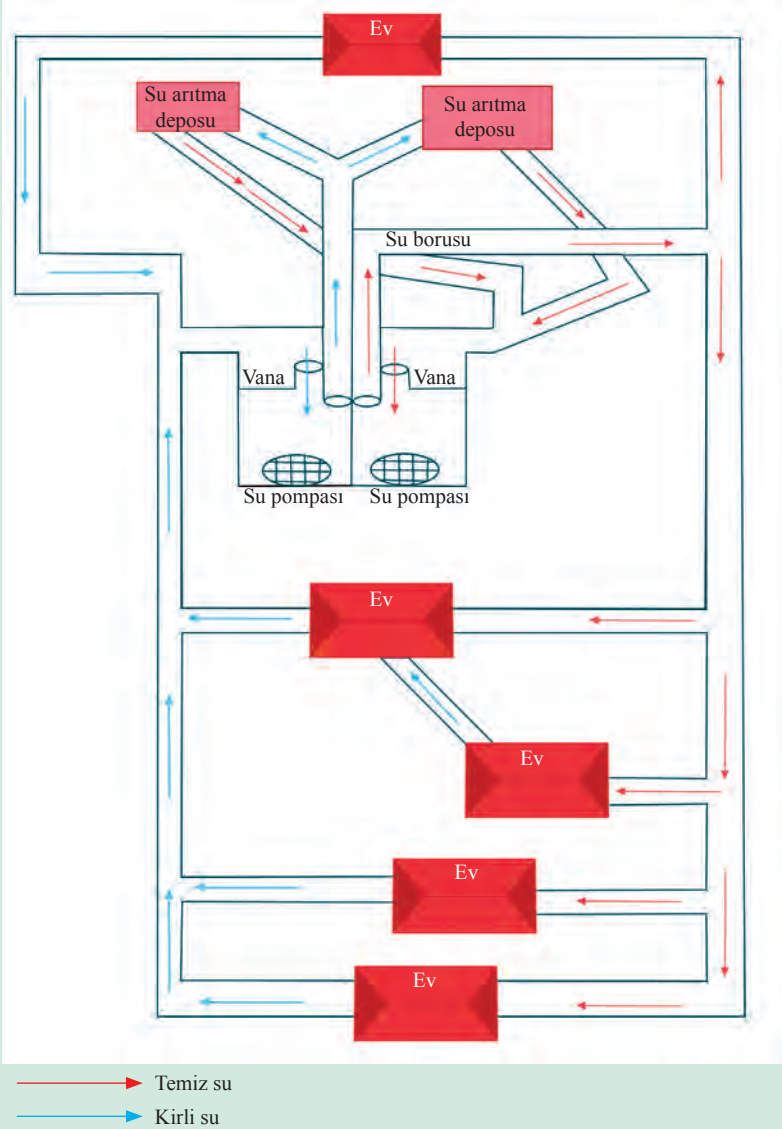
Bilgi Notu

İlaç: Hastalıkları tedavi etmek ya da önlemek için kullanılan maddelere ilaç denir. Ülkemiz, 2015 OECD ilaç kullanım raporuna göre, her bin kişi için günlük antibiyotik kullanımında binde 42,2'lik antibiyotik kullanımıyla dünyada birinci sırada yer almakta olup, antibiyotiklerin basit hastalıklara karşı etkisiz kaldığı ülkeler arasında ise ilk 3'te yer almaktadır. İlaçlar bilinçsiz kullanıldığında vücudumuza döktüğümüz zehir gibidir. Doktora danışmadan ve doktor tavsiyesi olmadan kullanılmamalıdır.

Virüslerin, zorunlu hücre içi parazit olmaları ve kolay mutasyona uğramaları nedeniyle enfeksiyona neden oldukları hastalıklarla mücadele etmek zordur. Bu nedenle bazen aşılama yöntemi vücudu korumada yeterli olmamaktadır. Virüsler nükleik asit ve protein kılıf içeren sadece canlı hücre içinde aktif olabilen varlıklardır. Canlı hücreye giren virüs, kendi nükleik asidini çoğaltmaya başlar. Bu sırada yüksek oranda mutasyona uğrar. Mutasyona uğramış virüslerin yüzeyindeki proteinler de değişime uğradığı için virüsü tanıyan antikorlar ve T hücrelerinden de kolayca kaçar. Daha çok mutasyona uğrar. Virüs saldırısı nedeniyle artan hücre ölümleri, T hücrelerinin de ölmesine neden olur. Böylece hem humoral hem de hücresel bağışıklık bozulur. Böylece bağışıklığın bozulması standart aşı geliştirilmesini zorlaştırır, bireyin kanser ve enfeksiyona yatkınlığını artırır.

Disiplinlerarası İş Birliği

Sınıfınızda gruplar oluşturunuz. Evlerde kirlenen suyun temizlenmesini sağlayan bir arıtma sistemini dolaşım sistemine benzeterek aşağıda verilen analojiyi sınıfta tartışınız.



1. Ünite Dolaşım Sistemleri Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Kalbin çalışma mekanizmasını açıklayınız.
.....

2. Kan basıncını arttıran faktörleri açıklayınız.
.....

3. Böbrek üstü bezleri çalışmayan bir insanın kalbi, bu durumdan nasıl etkilenir?
.....

4. Toplardamarda kanın ilerlemesini sağlayan etkenler nelerdir?
.....

5. Kalpten çıktığı hâlde büyük dolaşıma katılmayan damarın adı nedir?
.....

6. Bir insanda kalp karıncıkları sistol durumda iken kan akışı hangi damarlara doğru gerçekleşir?
.....

7. **İnsan dolaşım sistemine ait;**
I. karaciğerden kalbe kan getiren,
II. kalpten akciğere kan götüren,
III. bağırsaklardan karaciğere kan götüren,
IV. kalpten böbreklere kan götüren
şeklinde verilen damarların hangileri toplardamardır?
.....

8. Kalbin yapısında bulunan kapakçıkların adları ve kalpte bulundukları yerleri yazınız.
.....

9. Damarların duvar yapısında hangi tabakalar vardır?
.....

10. Akciğer dolaşımı ve sistemik dolaşım kavramları hangi dolaşım çeşitlerine karşılık gelmektedir?
.....

11. İnsanda kılcal damarlar boyunca kan basıncı azalmayıp sabit kalsaydı ne olurdu?
.....

12. Lenf sisteminin görevleri nelerdir? Açıklayınız.
.....

13. Kan ve lenf dolaşımında ortak olarak kullanılan damarlar nelerdir?
.....

14. Vücudumuz dışarıdan gelen çeşitli hastalık etkenlerine karşı savunma hatlarına sahiptir. Bu savunma hatlarını açıklayınız.
.....

15. Aşı yapılmasının amacı nedir?
.....

16. Kan kaybı fazla olan bir insana glikoz içeren serum sıvısının verilme amacı nedir?
.....

17.-20. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız

Antikorlar antijene özgü özel moleküllerdir. Antijenin vücuda girişi ile B lenfositleri antikor üretir. Kan, antikorları enfekte olmuş hücrelere ve dokulara iletir. Antijenini tanıyıp bağlayan antikorlar, antijenin etkilerini farklı şekillerde gösterir. Aktif bağışıklık, antikorların uzun yıllar vücutta bulunmasına neden olur. Anne kanında uzun süredir bulunan bazı antikorlar fetüse geçerek yenidoğan döneminde korunma sağlar. Aktif bağışıklığa sahip kişilerin kanındaki antikorlar, serumla bir başkasına aktarılabilir. Serum ile başka insandan aktarılan antikorlar pasif bağışıklık oluşturur ve 2-3 hafta kadar vücutta kalabilir. Serum bir hayvan kanından aktarılmışsa antikor ve T- lenfositler birkaç saat veya birkaç gün etkili olabilir. Arı, yılan sokmaları; paslı, kesici ve delici alet yaralanmaları sonrası insanda serum kullanılabilmektedir.

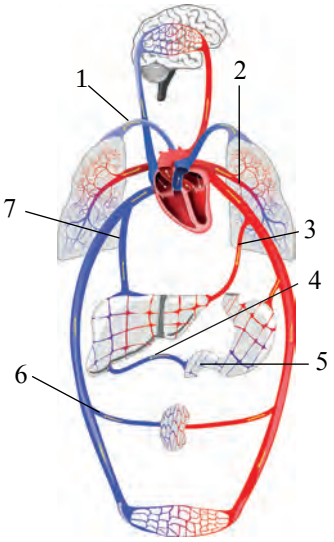
17. Antikorlar aracılığıyla bağışıklık nasıl sağlanır?
.....

18. Serum ile kazanılan bağışıklık niçin kısa sürelidir?
.....

19. Serum hangi nedenlerle verilir?
.....

20. Antijenin neden olduğu enfeksiyon sonucu oluşan bağışıklık ile aşılarla oluşturulan bağışıklık uzun sürelidir. Bunun insanlar için önemi ne olabilir?
.....

Aşağıdaki görselde vücudumuzda görülen kan dolaşımı verilerek damarlar numaralandırılmıştır.



21.-24. soruları yukarıdaki görsele göre cevaplayınız.

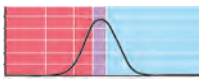
21. Kanda oksijen miktarı en fazla olan ilk iki damarı yazınız.
.....

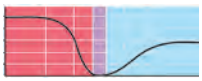
22. Kanda üre miktarı en az olan damarı yazınız.
.....

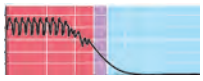
23. Tokluk durumunda kanda glikoz miktarı en fazla olan ilk iki damarı yazınız.
.....

24. Kanda karbondioksit miktarı en fazla olan damarı yazınız.
.....

25. Vücudumuzdaki atardamar, toplardamar ve kılcal damar için aşağıdaki grafikler çizilmiştir.

a) 

b) 

c) 

Noktalı yerlere, grafiklerin hangi durumlara ait olduğunu yazınız.

a) ..... **b)** ..... **c)** .....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere, doğru sözcükleri yazınız.

26. Kalbin miyokart tabakasının daha kalın olduğu odacığa .....…….....denir
.

27. Kalbi besleyen damarlara …….....damarlar denir.

28. Büyük kan dolaşımının sona erdiği kalp kısmına .....denir.

29. Küçük kan dolaşımının kalpte başladığı yere ....……..... denir.

30. Sağ kulakçık ile sağ karıncık arasında ..... …….....kapakçık bulunur.

31. Sol kulakçık ile sol karıncık arasında .... kapakçık bulunur.

32. Büyük dolaşım kanın dokulardan …….....uzaklaştırıldığı dolaşımdır.

33. İnsanda kalp atışını başlatan ve düzenleyen uyarı kalbin sağ kulakçığında bulunan .... tarafından gerçekleştirilir.

34. Kanın atardamarların çeperine yaptığı basınca ....……..... denir.

35. Kan basıncının artmasıyla doku sıvısının normal miktarın üzerine çıkmasına …….....denir.

36. Vücudun alt bölgesindeki lenf sıvısını, sol köprücük altı toplardamara taşıyan yapı, ... adını alır.

37. Alyuvar yapımını …….....isimli hormon sağlar.

38. Aşağıda antikorlarla ilgili verilen ifadeleri doğru ise "D" yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Antijene özgüdür.	
T lenfositler tarafından üretilir.	
Kan plazmasında bulunur.	
Antimikrobiyal moleküllerdir.	
Ribozomda sentezlenir.	

39. Aşağıda nabız sayısı artan sağlıklı ve yetişkin bir insanda görülen durumlar verilmiştir.
Bu durumlarla ilgili olarak verilen ifadeleri doğru ise "D" yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Soluk alış verişi artar.	
Kanda CO_2 miktarı artmıştır.	
Kanda adrenalin hormonu artmıştır.	
Kanın pH değeri düşmüştür.	
Kanda asetilkolin hormonu artmıştır.	

40. Aşağıda bağışıklık sistemi ile ilgili olarak verilmiş ifadelerin doğru olanlarını "D", yanlış olanlarını "Y" ile belirleyiniz.

Fagositoz yapan hücreler, doğal katil hücreleri, yangı tepkisi ve interferonlar savunmanın üçüncü hattını oluşturur.	
Vücuda saldırıda bulunan yabancı maddelere karşı özgül savunma yapanlar, B ve T lenfositleridir.	
T lenfositleri antikor salgılayarak bağışıklığı sağlar.	
Aşı koruyucu iken serum tedavi edicidir.	
Deriden ter ve yağ salgılanması, savunmanın ikinci hattını oluşturur.	
Aşı hasta kişiye uygulanırken, serum sağlıklı kişiye uygulanır.	

41. İnsanlarda kalp atış hızını etkileyen faktörlerle ilgili aşağıdaki ifadelerin doğru olanlarını "D", yanlış olanlarını "Y" ile belirleyiniz.

Kandaki CO_2 seviyesinin artmasıyla düşen kan pH'si kalp atışını hızlandırır.	
Vagus sinirlerinde oluşan impuls sayısında artma, kalp hızını arttırır.	
Kafein, tein gibi bazı kimyasal maddeler kalp atım hızını arttırır.	
Tiroksin hormonu salgısı artarsa kalp atışı hızlanır.	
Vücut sıcaklığının artması, SA düğümünü uyararak kalp atım hızını yavaşlatır.	

42. Lenf dolaşımı ile ilgili olarak verilen aşağıdaki ifadelerin doğru olanlarını "D", yanlış olanlarını "Y" ile belirleyiniz.

Lenf damarlarında bulunan lenf sıvısının hareketine, iskelet kaslarının kasılıp gevşemesi yardımcı olur.	
Lenf damarları kapakçık içermediği için bazen lenf sıvısı yer çekimi yönünde geri akabilir.	
Lenfatik sistemde lenf akışı tek yönlüdür.	
Lenf kanallarının tıkanması sonucu doku sıvısının fazlası uzaklaştırılamadığı için ödem oluşabilir.	
İnce bağırsakta emilen glikozlar, lenf yoluyla büyük toplardamarlara ulaşır.	

43. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Sağ kulakçık b) Sağ karıncık
c) Sol kulakçık d) Sol karıncık

	I. Akciğer atardamarının çıktığı bölümdür.
	II. Alt ve üst ana toplardamarlar kalbin bu bölümüne kan getirir.
	III. Büyük kan dolaşımı kalbin bu bölümünden kan pompalanmasıyla başlar.
	IV. Vücutta temiz kan taşıyan tek toplardamarın kan getirdiği bölümdür.
	V. Kalbin SA düğüm ile elektriksel uyarılarının başladığı bölümdür.

44. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri, ifadeler humoral bağışıklığa ait ise "a", hücresel bağışıklığa ait ise "b", ikisine de ait ise "a ve b" harfleri ile eşleştiriniz.

a) Humoral bağışıklık b) Hücresel bağışıklık

	I. B lenfositlerinin oluşturduğu plazma hücrelerinin antikor üreterek sağladığı bağışıklık tipidir.
	II. Savunmanın üçüncü hattını oluşturur.
	III. T lenfositlerinin sağladığı bağışıklık tipidir.
	IV. Uzun ömürlü hafıza hücrelerinin oluşturduğu bağışıklık tipidir.
	V. Vücutta serbest hâlde dolaşan yabancı antijenlere tepki gösteren bağışıklık türüdür.

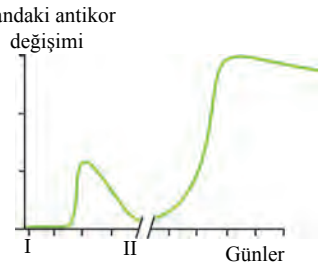
45. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Sol kulakçık b) Sağ kulakçık
c) Sol karıncık d) Sağ karıncık

	I. Akciğer atardamarı
	II. Aort
	III. Akciğer toplardamarı
	IV. Üst ana toplardamar
	V. Alt ana toplardamar

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

46.



(I) Pelinsu, 3 yaşındayken suçiçeği virüsü ile enfekte olmuştur.
(II) Üniversite yıllarında kaldığı yurtta suçiçeği virüsü, oda arkadaşlarına ve kendisine bulaşmıştır.

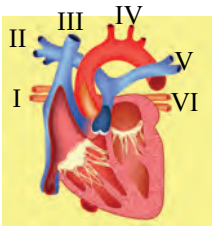
Pelinsu'da görülen bu iki durum için çizilen yukarıdaki grafikle ilgili aşağıda verilenlerden hangisi söylenemez?

A) Pelinsu, suçiçeği antikorlarına sahiptir.
B) İlk bulaşmada oluşan antikor miktarı, ikinci bulaşmadan daha azdır.
C) Aktif bağışıklık gelişmiştir.
D) İlk hastalandığında serum verilen Pelinsu, aktif bağışıklık geliştirmiştir.
E) Lenfositler tarafından sağlanan bağışıklık belleği sayesinde ikincil bağışıklık oluşmuştur.

47. İnsanda, derideki bir kesikten vücuda giren mikroorganizmaya karşı verilen ilk tepki aşağıdakilerden hangisidir?

A) Akyuvarların kesilen bölgeye gelmeleri
B) Antikor oluşumu
C) Kanda oksijen ve hemoglobin miktarı artışı
D) Kan dolaşımının yavaşlaması
E) Antijen-antikor birleşmesi

48. Aşağıdaki şekilde bir insan kalbinin bazı kısımları gösterilmiştir.



Buna göre numaralandırılmış kısımlarla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) II ve V numaralı damarlar, vücudun üst ve alt bölgelerinden toplanan kanı kalbe getirir.
B) II, III ve V numaralı damarlarda, karbondioksitçe zengin kan vardır.
C) I ve VI numaralı damarlar, akciğer toplardamarlarıdır.
D) IV numaralı damar, oksijeni bol olan damardır ve kanın vücuda dağılmasını sağlar.
E) I, IV ve VI numaralı damarlar, temiz kan taşır.

49. İnsanlarda kalp atımı sırasında uyarıların geçtiği noktalar;

I. his demetleri,
II. AV düğümü,
III. purkinje lifleri,
IV. SA düğümü

aşağıdakilerin hangisinde doğru sıra ile verilmiştir?

A) I-II-III-IV B) II-IV-I-III C) IV-II-I-III
D) III-I-II-IV E) VI-II-III-I

50. Besin yoluyla alınan glikoz moleküllerinin, kalbe gelene kadar;

I. sağ kulakçık,
II. kapı toplardamar,
III. karaciğer üstü toplardamar,
IV. alt ana toplardamar

yapılarında izlediği yol sırasıyla, hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I-III-II-IV B) II-III-I-IV C) IV-III-II-I
D) II-III-IV-I E) III-I-II-IV

51. Hastalıkları hakkında bilgi verilen;

I. kızamık geçirmiş ve kanına kızamık virüsü enjekte edilmiş,
II. suçiçeği aşısı olmuş ve kanına suçiçeği virüsü enjekte edilmiş,
III. boğmaca geçirmemiş ve kanına boğmaca virüsü enjekte edilmiş,
IV. kabakulak geçirdikten sonra kanına kızamık virüsü enjekte edilmiş

bireyler için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) I ve II nolu birey söz konusu hastalıklara aktif bağışıklık kazanmıştır.
B) III nolu bireye, aktif bağışıklık kazanması için virüs enjekte edilmiştir.
C) IV nolu bireyin vücudunda kızamığa karşı T lenfositler antikor üretirler.
D) III nolu bireyin vücudunda söz konusu antikor henüz yoktur.
E) I ve II nolu bireyin vücutlarında söz konusu hastalıklara karşı antikor mevcuttur ve savunma tepkisi ikincildir.

52. Sağlıklı bir insanda artan doku sıvısı miktarının düzenlenmesini;

I. kılcal kan basıncının artması,
II. lenf dolaşımı,
III. kalbin kulakçıklarının gevşemesi

olaylarından hangileri sağlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

53. Hastalıklar hakkında;

I. kan bağışı yapan bireylere bağış sonrası başka bir bireyden kan nakli yapılmalıdır,
II. kemik iliği alınan kişiler, bir ay süreyle hastanede tedavi edilir,
III. lenfoma ve lenf kanseri türleri, uygun kan veya kemik iliği nakli ile tedavi edilebilir,
IV. hemofili, kan veya kemik iliği nakli ile tedavi edilebilen bir hastalıktır,
V. doku uygunluğu, yakın akrabalar arasında olduğu kadar yabancı biri ile de sağlanabilir

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) I, II ve III B) II ve IV C) III ve IV
D) IV ve V E) I, II ve IV

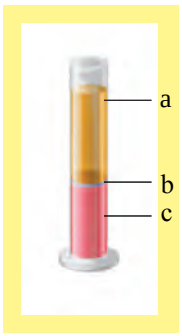
54. I, II, III, IV ve V numaralı canlı türlerinden seçilen bireylere, X türüne ait bir bireyin serumundan bir miktar verilmiştir. Bir süre sonra bu beş canlının kanlarından hazırlanan serumlar, X türünün serumu ile aynı tüplerde karıştırılmıştır. Karışımlardaki çökelme oranları aşağıda verilen tablodaki gibi gözlenmiştir.

Serum karışımı	Çökelme oranı
X+I	%35
X+II	%20
X+III	%5
X+IV	%70
X+V	%50

Buna göre X canlısı, bu canlı türlerinden hangisiyle en yakın akraba olabilir?

A) I B) II C) III
D) IV E) V

55. Santrifüj edilen kanın yapısı, aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Buna göre sırasıyla; a, b, c maddeleri için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

	a	b	c
A)	Antikor	Na^+ iyonu	Adrenalin
B)	C vitamini	Globülin	B vitamini
C)	Albümin	Trombosit	Alyuvar
D)	İnsülin	Su	Antikor
E)	Trombosit	K^+ iyonu	Fibrinojen

Bölüm 5
Solunum Sistemi

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenciler;

- ▶ Solunum sistemi organlarının yapısını görselleriyle birlikte tanır.
- ▶ Alveollerden dokulara ve dokulardan alveollere gaz taşınmasını açıklar.
- ▶ Solunum sisteminin diğer sistemler içindeki yerini kavrar. Özellikle sinir sistemi ve dolaşım sistemiyle bağlantısını kurar.
- ▶ Solunum sistemi temel rahatsızlıklarını fark ederek hangilerinin mesleki solunum sistemi rahatsızlığı olduğunu belirler. Solunum sisteminin sağlıklı yapısını korumak için yapılması gerekenlerle ilgili çıkarımlarda bulunur.

Kavramlar ve Terimler

- ◆ Alveol
- ◆ Bronş
- ◆ Diyafram
- ◆ Gaz Taşınımı
- ◆ Hemoglobin
- ◆ Solunum

Bölüm İçeriği

- ▶ Solunum Sistemi
- ▶ Solunum Sistemi Organları
- ▶ Soluk Alıp Verme Mekanizması
- ▶ Solunum Gazlarının Taşınması → • Oksijenin Taşınması • Karbondioksidin Taşınması
- ▶ Solunum Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması
- ▶ Solunum Sistemi Ölçme ve Değerlendirme

Hazırlık Soruları

1. Solunumun durması ne demektir? Uyku apnesi ile ilişkisi nedir?

2. Sadece istemli mi soluk alıp verilir? Soluk alıp vermeyi düzenleyen sinirsel bağlantılar nasıl çalışır?

3. Pasif içiciler zarar görür mü?

4. Hızlı koştuğunuzda neden nefes nefese kalırsınız?

5. Yüksek yerlerde yaşayanlar neden akut dağ hastalığına yakalanmaz?

6. Havadaki gazlar kullanılarak solunum cihazları yapıldığında bu cihazlar nerelerde kullanılabilir? Nasıl?

7. Nefes alıp verirken oksijen alıp karbondioksit verilir. Öyleyse suni teneffüs sırasında hastanın akciğerlerine nefesle karbondioksit verildiği hâlde nasıl oluyor da hasta bundan fayda sağlıyor?

8. Ağrı'da yaşayan insanların kanında Giresun'da yaşayanlara göre daha fazla alyuvar bulunur. Bu durum nasıl açıklanır?

Oku-Yorum

Hayatın Enerjisi

Günlük beslenmenin önemli fonksiyonlarından biri bireyin günlük enerji ihtiyacını karşılamasını sağlamaktır. İnsanda karbonhidrat, protein ve yağların yapılarındaki kimyasal bağ enerjisi, hücrenin kullanılabilir enerji kaynağı olan ATP'ye dönüştürülür. Bu enerji; yeni besin polimerlerinin sentezlenmesi, bazı atık ürünlerin atılması, bireyin ihtiyaç duyduğu hareketlerin gerçekleştirilmesi gibi amaçlar için kullanılır. Bu süreçte meydana gelen yıkım (katabolizma) ve yapım (anabolizma) olaylarının tümü metabolizma olarak adlandırılır.

Bir besinde bulunan enerji, o besinin kalorimetre cihazında oksijen kullanılarak yakılması sonucunda ölçülebilir. Ölçümde elde edilen ısı enerjisi

kalori olarak adlandırılır. Bir kalori, oda sıcaklığında 1 gram suyun ısısını 1°C yükseltmek için gerekli enerji miktarına denk gelir. İnsanda ölçü olarak enerjinin metabolik ve besinsel karşılığı ise kilokalori (kkal) olarak ölçülür. Sağlıklı bir yetişkinin bazal metabolizma hızı (BMH) tam dinleme hâlinde, metabolik olayların dikkate alınmasıyla, yaşamını devam ettirmek için ihtiyaç duyduğu minimum enerji miktarına bakılarak belirlenir. BMH birim zamanda bireyin ağırlığı, tükettiği oksijen miktarı ve oluşan ısı baz alınarak dolaylı yoldan ölçülebilen yüzde olarak ifade edilen değerdir. BMH birçok faktörden etkilenebilir. Örneğin soğuk iklim bölgelerinde yaşayan insanların BMH'leri yüksektir, uzun süre aç kalan insanların ise düşüktür. Hormonal anormallikler de BMH'yi değiştirebilir. Örneğin hipotiroidizm BMH'yi azaltırken, hipertiroidizm arttırır. Ameliyat dışı hastalık sonrası yatak istirahati yapan bir bireyin BMH yüzdesi 10 iken, ciddi bir yanık sonrası iyileşme sürecinde olan bir hastanın BMH yüzdesi 50-300 arasında değişir. Bir bireyin bu enerji ihtiyacını karşılayabilmesi için besinleri de farklı oranlarda tüketmesi gereklidir. Çünkü hem karbonhidrat, protein ve yağların içinde barındırdıkları enerji değerleri farklıdır hem de bireylerin yapısal ve enerji ihtiyacı açısından durumları farklılık göstermektedir. Ayrıca besinlerin sindirimi ve hücrelerin metabolizması sırasında meydana gelen kayıplar her besin türü için farklıdır. Yetişkin bir insanın günlük besin diyetinin enerji veren besinler açısından dağılımı %15 protein, %55 karbonhidrat ve %30 yağ olmalıdır.[1]

Bazal metabolizma sırasında üretilen enerjinin %80'i mitokondrideki reaksiyonlarda üretilir. Bu reaksiyonlar sırasında karbondioksit açığa çıkar. Tam dinlenme hâlinde sağlıklı bir insan, dakikada 12-15 defa nefes alıp verir. Her nefes alışverişi 500 ml hava içerir. Böylece dakikada 6-8 litre hava alınıp verilir. Alınan havanın dakikada 50 ml'si oksijen; verilen 200 ml'si karbondioksittir. Kuru havanın bileşimi %2,98 O_2, %0,04 CO_2, %78,06 N_2 ve %0,92 argon ve helyum gibi diğer etkisiz gazlardan oluşur. Vücut sıcaklığında (37 °C) havadaki suyun basıncı 47 mmHg'dır. Bundan dolayı, deniz seviyesinde akciğerlere ulaşan havadaki oksijen basıncı 149 mmHg, karbondioksit basıncı 0,3 mmHg ve azot basıncı 563 mmHg dır. İstirahat hâlinde alveol kılcallarından geçen kanın akış hızı 0,75 saniyedir. Bu sürede gazların difüzyonu gerçekleşir ve gaz konsantrasyonu dengelenir.[2]

Akciğerlerden dokulara oksijen taşınması sırasında kanın 100 ml'de yaklaşık 5 ml O_2, dokulardan akciğerlere CO_2 taşınması 4 ml'ye denk gelir. Bu durumda akciğerden alınan oksijenin yaklaşık %80 kadar CO_2 akciğerden atılır. Bu iki gazın birbirine oranı bize solunumsal değişim oranını (R) verir. Birey karbonhidratla besleniyorsa R değeri 1,00; yağ ile besleniyorsa 0,7; proteinle besleniyorsa 0,80'dir. Ortalama miktarlarda karbonhidrat, yağ ve protein içeren bireyin R değeri 0,825 olarak kabul edilir. Protein ve yağların, karbonhidratlara göre R değerinin düşük olmasının nedeni, kullanılan oksijene oranla daha az karbondioksit oluşmasıdır.

Uzayda atmosfer bulunmadığından uzay aracında atmosfer ve iklim koşulları yapay olarak sağlanmaktadır. Soluksuz kalarak boğulmayı önlemek için O_2 oranı yüksek, CO_2 oranı düşük oranlarda atmosfer oluşturulur. Modern uzay araçlarında toplam basıncı 760 mmHg olan ve yaklaşık normal havada olduğu gibi oksijenin dört katı azottan oluşan gaz karışımları kullanılmaktadır. Karışımda azot gazının bulunması hem yangın ve patlama riskini azaltır hem de alveollerin oksijen yakalama verimini arttırır. Deniz seviyesinde azotun önemi göz önüne pek alınmaz ancak deniz diplerinde (yaklaşık 40 m'den itibaren) oluşan yüksek basınç, bu derinliğe dalan bir bireyde çeşitli derecelerde narkoz altındaymış gibi sersemliğe ve bilinç kaybına yol açar. Bulunulan ortamda oksijen yoğunluğu artınca alveoldeki oksijen basıncı artar. Dokulara taşınan oksijen de artarsa yaklaşık 30-60 dakika içinde birey, beyin nöbetleri yaşayabilir (oksijen zehirlenmesi). Birey yoğun oksijene maruz kalmaya devam ederse komaya girebilir. Bu nedenle dalgıçlarda hareketin artması oksijen zehirlenmesini artırabilir.[3]

Deniz seviyesindeki bir yarışmaya, yarışmacılar oksijen basıncı düşük olarak ayarlanmış çadırlarda uyutularak; çok yüksek tepelere tırmanan dağcılar ise içinde saf oksijen olan tüplerden soluyarak etkinliklerine hazırlanırlar.[4]

Sağlıklı bir insanın günlük organik besin ihtiyacı, O_2 ve CO_2 gazlarının oranlarına bakılarak BMH belirlenmesine yaramaktadır. Elde edilen bu değerler, yapılacak ekstrem çalışmalar için gereken minimum ve maksimum sınırların belirlenip insan hayatını korumak için önlemler alınmasını sağlamaktadır.

(Kaynaklar 1. 2000, Palme Yayıncılık, Altıncı Baskıdan çeviri, Biyokimya; 2. 2015, Nobel Tıp Kitapevleri, Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi; 3. 2016, Güneş Tıp Kitapevleri, Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji, Onüçüncü Baskı; 4. 2013, Palme Yayıncılık, Campbell Biyoloji, Dokuzuncu Baskıdan Çeviri)

1.5. Solunum Sistemi

Canlıların hayatta kalabilmelerinde en önemli faktör enerji üretebilmeleri ve üretilen enerjiyi metabolizma için kullanabilmeleridir. Enerji, hücrede organik besin monomerlerinin, oksijenin kullanılması veya kullanılmaması yoluyla yıkılmaları sonucu açığa çıkar. Hücresel solunumda açığa çıkan enerjinin bir kısmı ısı olarak çevreye yayılırken bir kısmından da ATP molekülü sentezlenir. Hücresel solunum için oksijen alınıp karbondioksitin atılması işleminin sürekliliği önemlidir. Bu sürekliliği sağlayan sistem solunum sistemidir.

UYARI !

*Dışarıdan havanın akciğerlere alınmasına **soluk alma** (inspirasyon), akciğerlerden karbondioksitli havanın atılmasına **soluk verme** (ekspirasyon) denir. Akciğerler ile hava arasında gerçekleşen soluk alıp verme olayına **dış solunum** denir. Akciğerde alınan oksijenin, doku hücrelerine verilip doku hücrelerinden oluşan karbondioksitin alınmasına ise **iç solunum** denir. Hücrelere kadar gelen besin monomerlerinin, hücrede oksijenli veya oksijensiz biçimde yıkılarak ATP üretilmesi olayı da **hücresel solunum** olarak adlandırılır.*

Solunum sisteminin en önemli görevi oksijen-karbondioksit gazlarının (solunum gazları) değişimini sağlamaktır. Solunum sistemindeki solunum yüzeyi, solunum gazlarının değişimini yüksek verimlilikte gerçekleştirecek bir yapıya sahiptir. Bu yapı, solunum gazlarının difüzyonunu kolaylaştırmak için ince yapılı ve geniş yüzeylere sahiptir. Bu yapılar vücudun su kaybını önlemek için vücut içine yerleşmiş nemli alanlardır. Solunum gazlarının istenilen verimde değişimi, vücudun ve kanın pH dengesinin korunmasında etkili olur.

Solunum sistemi organları **burun**, **yutak** (farinks), **gırtlak** (larinks), **soluk borusu** (trake) ve **akciğerler**dir. Bu organlardan dış dünyayla bağlantıyı sağlayan burun, yutak, gırtlak ve soluk borusu üst solunum yolunu oluşturur. Göğüs duvarı, solunuma yardımcı kaslar (diyafram kası ve kaburga kası), solunumu kontrol eden beyin alanları ve beyinden kaslara giden sinirler ise akciğerin görevini gerçekleştirmesine destek olan yapılardır. Dışardan alınan oksijenin dokulara, dokularda biriken karbondioksitin akciğere taşınması dolaşım sistemi yapısı olan damarlar aracılığıyla gerçekleşir.

UYARI !

Solunum sistemi bir yandan dolaşım, sinir ve hormonal sistemle çalışır ve hücrelerde enerji üretiminin devamlılığını sağlar. Diğer yandan boşaltım sistemi ile birlikte kan ve vücudun pH'sinin ayarlanmasına etki eder, homeostaziyi sağlar. Böylece birey, canlılığını sürdürür.

1.5.1. Solunum Sistemi Organları

İnsanda solunum sistemi organları; **burun**, **yutak**, **gırtlak**, **soluk borusu** (trake) ve **akciğerler**dir. Soluk alıp vermede **diyafram** ve **kaburga kasları** etkilidir (Görsel 1.94).

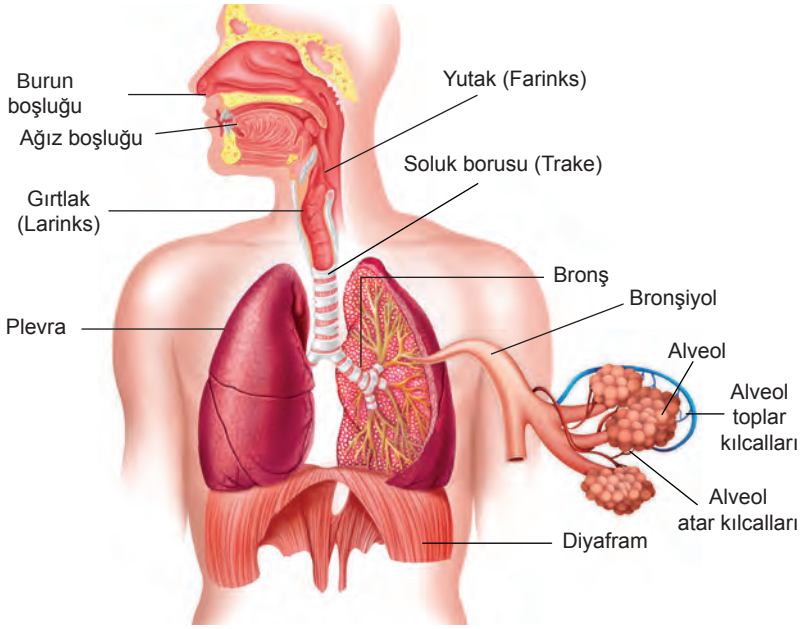
Burun, ağızla birlikte solunum sisteminin dış ortamla bağlantısını kuran organdır. İç yüzeyindeki epitel dokuda bulunan kıllar ve mukus tabakası solunum yoluyla alınan havayı toz ve mikroplardan arındırır, nemlendirir ve ısıtır. Burun yollarının tahriş olması, hapşırma refleksine neden olur. Burun yollarındaki duyusal refleks, omurilik soğanına ulaştığında büyük miktarda hava, hızla burundan dışarı doğru itilir ve burundaki yabancı maddelerin dışarı atılması sağlanır.

Bilgi Notu

Diyafram: Diyafram omurgalı canlılardan kuş ve memelilerde vardır. Sadece memelilerde kas bulundurur. Bu kas çizgili kas yapısındadır. Soluk alma sırasında göğüs boşluğu hacmindeki değişikliklerinin %75'inden sorumludur. Göğüs kafesinin alt ucuna yapışan bu kas, karaciğer üzerinde yay oluşturur ve kasıldığında bir piston gibi aşağıya hareket eder. Hareket uzaklığı 1,5 cm ile 7 cm arasında değişir.

Yutak, ağız ve burun boşluklarının kesişme noktasındaki nefesle alınan havayı soluk borusuna; nefes verirken atılan havayı ise ağız ve burun boşluklarına ileten yapıdır. Yutağın mikroplar, alerji, kuru hava, aşırı sıcak veya soğuk, asitli yiyeceklerin tüketimi ve sigara kullanımı gibi sebeplerle iltihaplanması sonucu **faranjit** (yutak iltihaplanması) hastalığı oluşabilir.

Gırtlak, yutak ile soluk borusu arasında bulunan soluk yoludur. Alınan havanın solunum sistemi borucuklarına ilk girdiği yerdir. Gırtlak, kıkırdaktan yapılmıştır ve besinin yutulduğu an hariç her zaman açıktır. Gırtlaktaki en büyük kıkırdak, âdemelması olarak adlandırılır ve üzerinde tiroit bezi bulunur. Ayrıca gırtlakta ses telleri vardır. Gırtlağa laringoskop denilen gözlem aletiyle bakıldığında ses telleri görülebilir. Soluk alırken ses telleri havanın kolayca geçebilmesi için açıktır. Konuşmak için akciğerden geçen hava, ses tellerini titreştirir ve ses oluşur. Konuşma sadece solunum sistemiyle değil, sinir sistemi ile de kontrol edilir. Soğuk algınlığı, reflü ve alerji hastalıkları, sesin bilinçsiz kullanılması ve sigara kullanımı gibi nedenlerle ses telleri iltihaplanabilir. Gırtlağın iltihaplanması rahatsızlığı **larenjit** (gırtlak iltihabı) olarak isimlendirilir. Larenjit ses kısıklığı ve konuşma kaybına neden olabilir.



Görsel 1.94: Solunum sistemi organları

Soluk borusu (trake), alınan havayı akciğerlere ileten, boyundan akciğere kadar ulaşan 14-15 cm uzunluğunda solunum sistemi organıdır. Dış kısmı **bağ doku**, **düz kas** ve **kıkırdaklar**; iç kısmı aralarında mukus salgılayan **goblet hücreleri**nin de bulunduğu **silli epitel dokudan** oluşur. Soluk borusunda yer alan (C harfi şeklindeki) kıkırdak halkalar soluk borusunun sürekli açık kalmasını ve soluk alıp vermenin sürekliliğini sağlar. Trakenin iç yüzeyini döşeyen silli epitel doku, burun boşluğunu geçebilen toz, polen ve yabancı madde parçacıklarını tutup bu parçacıkların akciğere ulaşmasını önler. Epitel hücreler, akciğerlerin savunmasında yer alan çeşitli moleküller salgılar. Salgılar, antimikrobik etki göstererek hava iletim yollarını enfeksiyonlardan korur. Epiteldeki özel hücreler ve salgı bezleri tarafından salgılanan protein ve polisakkaritlerce zengin olan bu salgı, siller üzerinde ince bir mukoza tabakası oluşturarak ortamın nemli kalmasını sağlar. Sillerin dışa doğru tek yönlü hareketi, tutulmuş yabancı maddeleri geriye doğru iterek mukusla birlikte (balgam) dışarı atılmasını sağlar.

UYARI ! *Bronşlar ve trake, hafif temaslara oldukça duyarlıdır. Düşük miktarlardaki yabancı maddelerin trake ve bronşlara teması bile öksürük refleksini başlatabilir.*

Soluk borusu iç kısmında bulunan sillerin yüzeyindeki partikülleri uzaklaştıracak yeterli hava akımı sağlanamadığında alveollerde bulunan akyuvarlar, yabancı maddeleri fagositozla yok eder. Ancak gelen partikül çok miktarda ise akyuvar savunması yetersiz kalır. Yangı (iltihaplanma) gelişebilir. Örneğin kömür madenlerinde çalışanlar, çok miktarda kömür tozu solumak zorunda kaldıklarından "**silikozis**" denilen akciğer hastalığına yakalanabilmektedirler.

Akciğerler, karın boşluğundan diyaframla ayrılan göğüs boşluğunun sağ ve solunda bulunur. Yapılarında **bronş**, **bronşiyol** ve gaz değişimini sağlayan **alveoller** denilen özelleşmiş birimler vardır (Görsel 1.94). Akciğerlerin üzerini örten ince parlak zar **plevra** (pleura, plöra) **zarı**dır ve her iki akciğeri kese şeklinde sarar. Bu zar iki katmanlıdır. Üstteki katman göğüs boşluğunu, alttaki katman akciğerleri sarar. İki zar katmanı arasında yer alan **seröz** sıvı, sürtünmeden doğacak zararları önleyerek akciğerlerin göğüs boşluğunda rahatça genişleyip daralmasını sağlar. İki zar katmanı arasında basınç düşüktür ve içine hava girmez. Bu durum soluk alma olayını kolaylaştırır.

Bilgi Notu

Seröz: Bir dış salgı bezi çeşidi olan seröz bezlerden salgılanan protein yapısındaki akıcı sıvı salgıdır. Pankreasın dış salgı (ekzokrin) bezi, kulak altı tükürük bezi seröz salgılayan bez tipine örnektir.

Bronşlar, soluk borusunun birinci kaburga yakınlarında dallanarak ikiye ayrılmasıyla oluşan solunum organlarıdır. Her bronş, bir akciğere girerek alınan havayı akciğere iletir. Virüsler, bakteriler, alerji, hava kirliliği, sigara kullanımı gibi etkenlerden dolayı bronşlar iltihaplanabilir. Bu durum, **bronşit** (bronşların iltihaplanması) hastalığına yol açar.

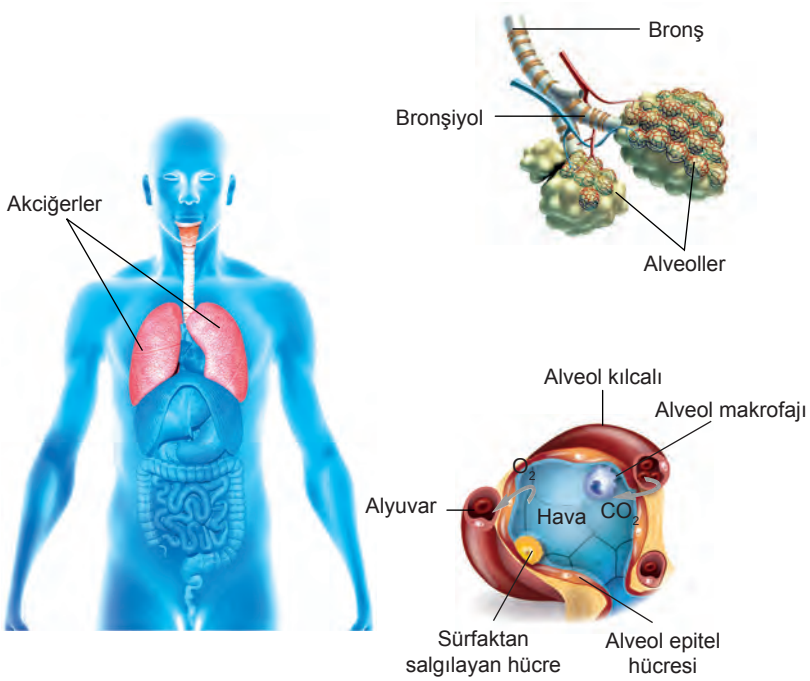
Bronşiyoller, bronşların akciğerler içinde daha ince dallara ayrılmasıyla oluşan yapılardır. Bronşiyollerde kıkırdak tam halka şeklinde değildir. Trake ve bronşların kıkırdak halka olmayan tüm bölgelerinde, bronşiyollerde düz kas tabakası vardır.

Alveol, bronşiyollerin dallanmasıyla oluşan ince borucukların açıldığı hava keselerine denir. Alveoller tek katlı yassı epitel dokudan oluşmuş, üzerleri kılcal damar ağı ile çevrili, gaz değişiminin gerçekleştiği akciğerin işlevsel birimleridir. Alveollerde iki tip epitel hücresi bulunmaktadır: **Tip I hücreleri**, alveolleri örten başlıca yassı hücre grubudur. **Tip II hücreler**, daha kalın olan ve sürfaktan salgılayan hücrelerdir. **Sürfaktan** alveollerde yüzey gerilimini düşürerek alveollerin daha kolay şişmesini ve büzülmesini sağlar. Böylece soluk alıp verme kolaylaşır. Alveol duvarının onarılmasında önemli rol oynar. Sürfaktan yokluğunda yüzey geriliminin yüksek olması nedeniyle alveoller yeteri oranda genişleyemez. Alveollerin gerilmesiyle akciğerde **ödem** oluşabilir. Akciğerler, fetüste doğuma kadar kapalıdır. Doğumdan hemen sonra ilk hava girişiyle genişleyen akciğerlerin soluk vermeyle alveollerin tekrar birbirine yapışıp kapanmasını, sürfaktan maddesi önler (Görsel 1.95).

Bilgi Notu

Sürfaktan: Alveol epitel hücrelerinden salgılanan dipalmitol- fosfadilkolin (DPPC), diğer lipitler ve proteinlerden oluşan bir karışımdır. Bebeklerde sürfaktan eksikliğinde akciğerlerin birçok bölgesinde yüksek yüzey gerilimi nedeniyle alveoller yeteri oranda havayla dolamaz. Bu durum "Bebekte Solunum Zorluğu Sendromu (IRDS)" olarak tanımlanır.

Alveoller gaz değişiminin gerçekleştiği yüzey alanını genişletir (yaklaşık 100 m^2'lik alan ve derinin yüzey alanının 50 katı kadar). Gaz değişiminin gerçekleştiği yüzeyler ince, nemli ortamlardır. Nemde çözünen oksijen hızla epiteli geçer. Kılcal damarların yapısının ince olması ve epitel hücrelerinin birbirlerine çok yakın yerleşmesiyle gaz değişimi kolayca gerçekleşir. Alveolü oluşturan epitel dokunun sürfaktan salgısı, kılcallardan alveollere su geçişini önleyerek solunumla fazla su kaybedilmesine engel olur. Salgı içindeki lipoprotein, alveollere esneklik kazandırarak soluk vermeyi kolaylaştırır.



Görsel 1.95: Alveol yapısı

Diyafram, göğüs boşluğu ile karın boşluğu arasında bulunan kubbe şekilli bir kastır. Akciğerleri alttan çevreler. Solunumun temel kasıdır ve vücudumuzda kalpten sonra en fazla çalışan kastır. Diyafram kasıldığı zaman kubbemsi şekli düzleşerek karın boşluğunu ve organlarını aşağı iter, kaburgaları da yukarı iterek göğüs boşluğunu genişletir ve soluk alma gerçekleşir. Diyafram gevşeyince eski hâlini alır, kubbeleşir ve soluk verme gerçekleşir.

Kaburga kasları, soluk alma sırasında kasılarak kaburgaları yukarı kaldırır, göğüs boşluğunun hacmini artırır ve soluk almaya yardımcı olur. Soluk verme sırasında gevşeyerek kaburgaları aşağı doğru çeker, göğüs boşluğunun hacmini daraltır ve soluk vermeyi kolaylaştırır.

1.5.2. Soluk Alıp Verme Mekanizması

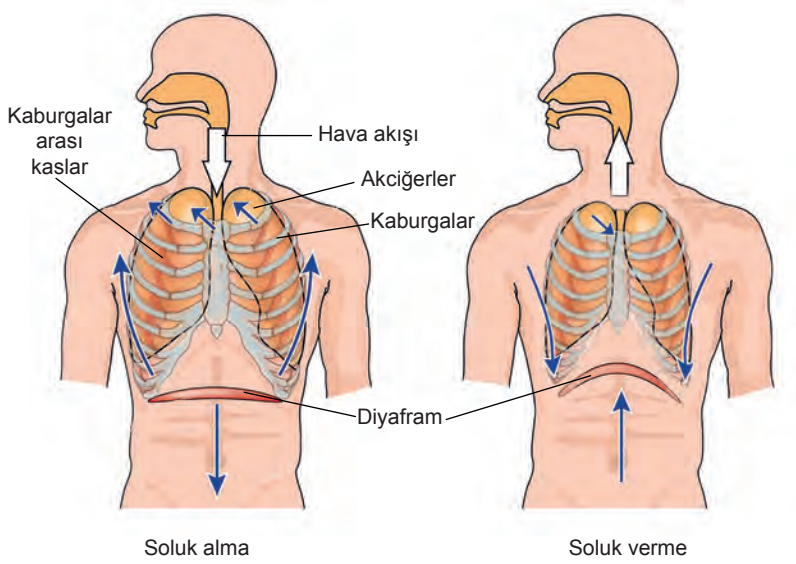
Akciğerlerde diyafram ve kaburga kaslarının kasılıp gevşemesiyle gerçekleşen gaz değişimine **soluk alıp verme** denir (Görsel 1.96). Akciğerlerin kasılıp gevşeme yeteneği olmadığından akciğerler kendiliğinden soluk alıp vermeyi gerçekleştiremezler. Soluk alıp vermenin gerçekleşmesi için akciğerlerin içindeki hava basıncının değişmesi gerekir. İç hava basıncının değiştirilmesi, göğüs iç hacminin genişlemesi ve daralmasıyla sağlanır. Diyafram ve kaburga kasları, omurilik soğanındaki solunum merkezinden belli aralıklarda gönderilen impulsların etkisiyle kasılıp gevşer. Böylece soluk alıp verme gerçekleşir ve havanın akciğerlere giriş çıkışı sağlanır. Soluk alıp vermenin asıl amacı dokularda O_2, CO_2 ve H^+ iyonunun hassas konsantrasyonlarını devam ettirmektir. Bu durum tüm hücreler için çok önemlidir.

Hatırlatma

Fizik ve kimya dersinde işlediğiniz "Gazların Basıncı" konusunu gözden geçirmeniz bu konunun anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

Soluk alma (inspirasyon) sırasında, diyafram ve kaburga kasları kasılır. Normalde kubbe şeklinde duran diyafram kasıldığında düzleşir ve karın boşluğunu aşağı iterken göğüs boşluğunu genişletir. Bu sırada kaburga kasları da kasılarak yukarıya doğru, göğüs kemiği ise dışarıya doğru hareket eder. Göğüs boşluğu genişler. Göğüs kafesinin genişlemesiyle akciğerlerin de hacmi artar, akciğer iç basıncı, atmosferik basıncın (dış basınç) altına düşer ve akciğerin iç basıncı azalır. Gazların difüzyonu yüksek kısmi basınçlı olduğu yerden düşük kısmi basınçlı olduğu yere doğru gerçekleştiğinden ağız veya burun deliklerinden giren hava akciğer alveollerine ulaşır. Difüzyon yardımıyla oksijen, alveolleri saran kılcal damarlardaki kana, karbondioksit ise kandan alveollere geçer.

UYARI ! *Soluk alma sırasında göğüs boşluğu karın boşluğuna doğru genişlediğinden karın iç basıncı artar.*



Görsel 1.96: Soluk alıp verme mekanizması

İnsanda soluk alma sırasında negatif basınç oluşur ve soluk almayı kolaylaştırır. Negatif basıncın oluşmasını sağlayan etkenler; akciğer iç basıncının dış basınçtan düşük olması, plevranın akciğeri göğüs boşluğunda tutması, plevra içindeki sıvının varlığı ve plevra sıvı basıncının düşük olmasıdır.

Araştıralım-Paylaşalım
Bilinçli olarak nefesimizi tuttuğumuzda, yeniden nefes almakta zorlanırız. Bunun nedenini araştırıp sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

Hatırlatma *Soluk alma sırasında oluşan negatif basıncın, ana toplardamarla gelen kanın, kalbin sağ kulakçığına dökülmesinde etken olduğunu "Dolaşım Sistemi" bölümünde öğrenmiştiniz.*

UYARI ! *Dokularda biriken CO_2 kana geçtiğinde kandaki CO_2 veya H^+ iyonlarının fazlalığı solunum merkezini uyarır. Böylece diyafram ve kaburga kaslarına giden uyarılar artar. Soluk alma hızlanır.*

Soluk verme (ekspirasyon), akciğerlerin ve göğüs kafesinin elastik geri çekilme özellikleri ile oluşur. Buna **geri yaylanma basıncı** denir. Soluk verme esnasında, kaburga kasları gevşeyerek kaburgaların ve göğüs kemiğinin aşağıya inmesi sağlanır. Diyafram da gevşeyerek kubbeleşir. Göğüs kafesi daralır, göğüs kafesinin ve akciğerlerin hacmi azalır. Böylece akciğer iç basıncı artar. Hacmin azalması, alveoller içindeki hava basıncını attırdığından akciğer iç basıncı atmosfer basıncından yüksek hâle gelir. Böylece hava vücut dışına atılır, karbondioksit dışarı verilir. Soluk verme sırasında karın boşluğu genişlediği için karın içi basıncı azalır.

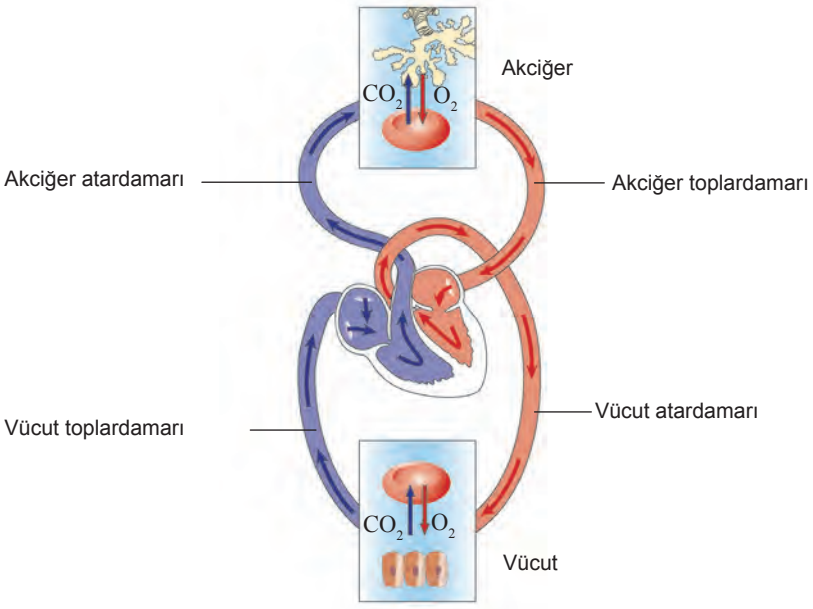
Hatırlatma

Soluk alıp verme mekanizmasında alınan oksijenin ve atılan karbondioksitin taşınmasında görev alan damarlar, "Dolaşım Sistemleri" ve "Kan Dolaşımı" konusunda detaylandırılmıştır. Dolaşım sistemi konusundaki bilgilerinizi hatırlamanız bu konuyu öğrenmenizi kolaylaştıracaktır.

UYARI !

Soluk alma aktif bir işlemdir. Bu olay diyafram ve kaburga kaslarının kasılarak göğüs boşluğu hacmini artırmasıyla gerçekleşir. Soluk verme ise genellikle pasif bir işlemdir. Göğüs içi hacmini azaltmak için hiçbir kas kasılmaz.

Kalbin sağ karıncığından akciğer atardamarına verilen CO_2 bakımından zengin, O_2 bakımından fakir kan, akciğer alveol kılcallarına geldiğinde, alveol boşluğunda O_2 fazla olduğu için kılcallara O_2, kılcallardan alveol boşluğuna ise CO_2 geçer. Oksijenlenmiş kan, akciğer toplardamarı ile kalbin sol kulakçığına götürülür. Buradan büyük dolaşıma katılmak üzere tüm vücuttaki doku kılcallarına pompalanır. Doku kılcallarında kısmi basınç farkı sebebiyle O_2 kandan dokulara, CO_2 dokulardan kana difüzyonla geçer. Buradan kalbe ana toplardamarla getirilen karbondioksitçe zengin kan, gaz değişiminin yapılacağı akciğere gitmek üzere pompalanır (Görsel 1.97).

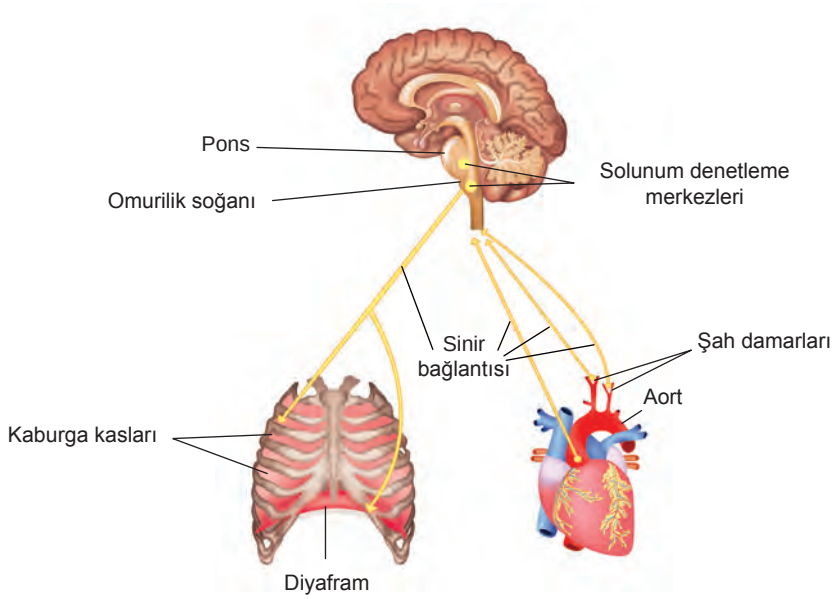


Görsel 1.97: Soluk alıp vermeyle birlikte oksijen ve karbondioksidin vücudumuzda taşınması

Solunum kısa süre için istemli olarak kontrol edilebilir. Birey, soluk alışverişini istemli olarak değiştirdiğinde, istemsiz kontrol merkezi devreye girerek soluk alışverişini metabolizmanın ihtiyaçlarına göre yeniden düzenler. Solunumun düzenlenmesinde sinir sistemi ve dolaşım sistemi birlikte çalışır. Solunum merkezi, omurilik soğanı ve ponsta bulunan çeşitli nöron gruplarından oluşmuştur (Görsel 1.98). Omurilik soğanı, solunumu düzenlerken çevresinde bulunan beyin omurilik sıvısının (BOS) pH'sini dikkate alır. Kanda bulunan CO_2, BOS'a geçerek burada su ile tepkimeye girip karbonik asidi (H_2CO_3) oluşturur. Karbonik asit, bikarbonat (HCO_3^-) ve hidrojen (H^+) iyonuna ayrışır. Oluşan H^+ iyonları kanın pH'sinin değişmesine sebep olarak omurilik soğanını uyarır. Bu pH değerindeki düşüşten, kanda CO_2 düzeyinin arttığı anlaşılır. Uyarılan omurilik soğanından, kaburga kasları ve diyaframa sinirsel uya-

rılar gönderilir. Bu şekilde, soluk alıp vermenin hızı ve derinliği artırılır. CO_2'in fazlası, solunumla uzaklaştırılarak kan pH'sinin normale dönmesi sağlanmış olur. Kanda bulunan oksijenin solunum kontrol merkezlerini uyarma etkisi çok azdır.

Beyin ödemi, anestezi, **uyku apnesi** gibi durumlar solunumu etkileyen diğer faktörler arasında yer alır.



Görsel 1.98: Solunum kontrol merkezleri

Ağır egzersizlerde oksijen kullanımı ve CO_2 oluşum hızları genellikle normalin 20 katı kadar artar ve kan pH'si düşer. Kan damarlarında ve omurilik soğanındaki algılayıcılar, bu pH değişikliğini algılar. Omurilik soğanı, solunumun derinliğini ve hızını arttırır. Böylece fazla CO_2 uzaklaştırılır ve kan pH'si normale döner. Yoğun egzersiz durumlarında, vücudun istemsiz kontrol mekanizmaları harekete geçerek homeostazi için kalp atım hızını ve solunum sayısını arttırır.

UYARI ! *Egzersiz sırasında kaburga ve diyafram kaslarına ek olarak boyun, sırt ve göğüsteki diğer kaslar da kaburgaları kaldırarak göğüs boşluğunu genişletir.*

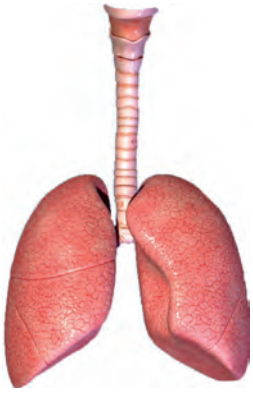
Sakin solunum sırasında her bir soluk alma ile içeri alınan ve dışarı verilen havanın hacmi, **soluk hacmi** (tidal volüm) adını alır. İnsanlarda soluk hacmi yaklaşık 500 ml kadardır. Bir insan oksijen yetersizliğine en fazla 4-6 dakika dayanabilir. Altı dakikadan sonra beyin hasarı gerçekleşir. Vücudun oksijen alamaması en çok beyni etkiler. Bir kişinin nabzı zayıfladığında, nefes alamadığında ona suni teneffüs yapılır. Suni teneffüs soluk alış verişi yavaşlayan veya duran birine hava verme işlemidir. Amacı soluk vermeyle verilen karbondioksit gazının kandaki miktarının arttırılarak solunum merkezi olan pons ve omurilik soğanını uyarmasını sağlamaktır.

Bilgi Notu

Uyku apnesi: "Apne" solunum yokluğu anlamına gelir. Uyku apneleri, üst solunum yollarında özellikle yutağın tıkanmasıyla veya merkezî sinir sisteminin solunumsal işlevinin bozulmasıyla meydana gelen hastalıktır. Uyku apnesi hastalığı görülen kişilerde horlama ve gürültü 3-4 kat artar. Yetersiz solunuma yol açan bu hastalık uyku kalitesini de düşürdüğünden gün içinde dikkat eksikliği, uyuklama gibi belirtilere neden olur. Araç kullanan uyku apnesi hastasının trafik kazası ve iş kazası geçirme riski de artar.

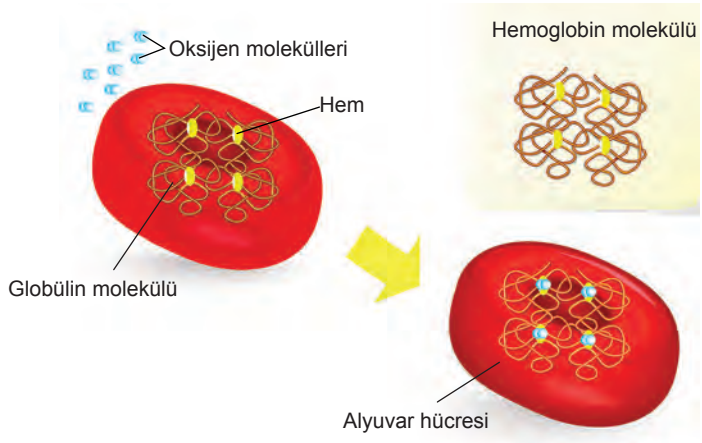
Deney 7

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler	**Çalışmanın Yapıldığı Tarih**
Çalışmanın Adı	Akciğer diseksiyonu
Çalışmanın Amacı	Memeli akciğerlerinin yapısını inceleyerek akciğerin kısımlarının ve görevinin öğrenilmesi
Malzeme ve Materyaller	• Koyun ya da dana akciğeri • Diseksiyon (Ameliyat) küveti • Bisturi • Ameliyat makası • Steril eldiven • Pens • Büyüteç
Etkinliğin Yapılışı	• Akciğeri diseksiyon küvetine alarak dış yapısını inceleyiniz. • Bisturi yardımıyla akciğer zarını (plevra) sıyırınız. • Ameliyat makasını kullanarak trakeden başlayarak bronşlara kadar kesiniz. • Kestiğiniz yerlerin yapısını gözlemleyiniz. • Ardından bronşları da keserek bronşçuklara açılan deliklere kadar kestiğiniz yerleri inceleyiniz. • Bronşçuklara açılan delikleri de keserek bronşçuk sistemini de inceleyiniz. • Diseksiyonda gördüğünüz yapılar hakkında notlar alınız.
Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması	1. Gaz değişimi akciğerin neresinde yapılmaktadır? 2. Daha önce öğrendiğiniz dokuları düşünerek trake, bronş, bronşçuk, alveol yapılarını gruplandırarak bunların yapısında hangi dokuların bulunduğunu söyleyiniz. 3. Akciğerin en dışını saran zarın görevi nedir? 4. Akciğerin gerçek görüntüsü size ne hissettirdi? Eğer siz de nemli hissettiyseniz sebebi ne olabilir?
Kaynak	http://jazwiec.pbworks.com/w/page/7633882 Lung%20Dissection adresinden aşamalarını gözlemleyebilir, solunum sistemi videolarını da izleyebilirsiniz. Erişim Tarihi: 19.10.2017
Ders Öğretmeni	**Tarih/İmza**



1.5.3. Solunum Gazlarının Taşınması

İnsanda solunum gazları, kandaki alyuvarda bulunan solunum pigmenti olan **hemoglobin** yardımıyla taşınır. Bir alyuvar yaklaşık 250 milyon hemoglobin molekülü içerir. Bu pigment, kanın oksijen taşıma kapasitesini arttırır ve solunum gazları ile tersinir (çift yönlü tepkime) bir şekilde bileşik oluşturur. Oksijenin alyuvarlarda hemoglobin pigmenti ile taşınma miktarı, kanın plazma kısmında çözünmüş olarak taşınan oksijen miktarından 30 ile 100 kat daha fazladır. Vücudun doku hücrelerinde hücresel solunum tepkimeleriyle kullanımı sonucu karbondioksit açığa çıkar. Karbondioksitin doku hücrelerinden uzaklaştırılması da hemoglobin pigmenti yardımıyla gerçekleşir. Alyuvarların yapısında bulunan protein yapılı hemoglobin molekülü, merkezinde bir demir atomu taşıyan **hem** adlı **kofaktör**e sahip dört alt birimden ve globülin proteininden oluşmuştur. Hem grubu kana kırmızı rengini verir. Her demir atomu bir molekül oksijen bağlar. Bu sayede bir hemoglobin molekülü, dört molekül O_2 taşır (Görsel 1.99). Dolayısıyla bir alyuvar yaklaşık 1 milyar O_2 taşıyabilir. Hemoglobin molekülü, oksijeni tersinir olarak bağladığından akciğerlerden aldığı oksijeni vücudun diğer noktalarında bırakabilir (Görsel 1.99).



Görsel 1.99: Hemoglobin yapısı ve hemoglobine oksijen bağlanması

Oksijen Taşınması

Oksijen taşınmasının temeli, akciğer alveollerinde yüksek miktarda bulunan oksijenin, kılcal damarlara geçmesi ve böylelikle hücrelere taşınmasına dayanır. Oksijenin %97'si alyuvarlarda bulunan hemoglobine bağlanarak taşınır. Kalan %3'ü plazma sıvısında çözünmüş olarak taşınır. Hemoglobinin oksijen bağlaması veya serbest bırakması, oksijenin kısmi basıncına bağlıdır. Oksijenin kısmi basıncının yüksek olduğu yerlerde, akciğer alveol kılcallarında, hemoglobin molekülü O_2 bağlar (Görsel 1.100, 1. Durum). Oksijen basıncının düştüğü yerlerde, doku kılcallarında hemoglobin O_2'in çoğunu serbest bırakır (Görsel 1.100, 3. durum). Ortam pH'sinin düşmesi de hemoglobinin O_2'e olan ilgisini azaltarak oksijeni serbest bırakmasını sağlar (**Bohr etkisi**) (Görsel 1.100, 3. durum).

UYARI !

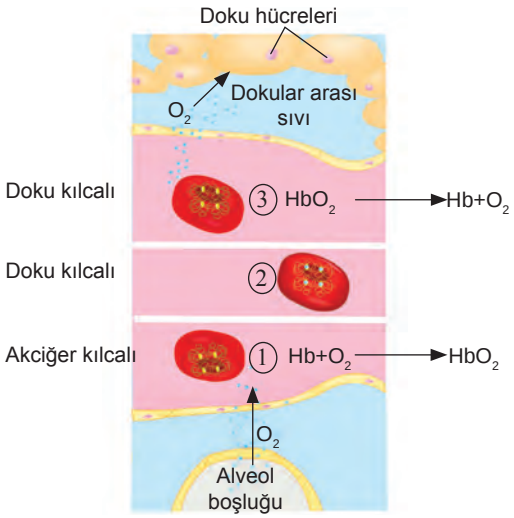
Karbonmonoksit (CO) gazı; doğalgaz, gaz yağı, benzin, tüp gazı, kömür ve odun gibi yapısında "karbon" bulunan yakıtların yanması veya tam olarak yanmaması sonucu açığa çıkar. Hemoglobine oksijenden 200 kat daha hızlı bağlanır. Bağlanma reaksiyonu geri dönüşümsüzdür. Bu yüzden CO hemoglobine bağlandıkça vücutta oksijen azalır, zehirlenme meydana gelir. Tatsız, renksiz, kokusuz olduğu için farkedilmez.

Bilgi Notu

Kofaktör: Bir enzimin aktifliği için gerekli olan, proteine gevşek ya da sıkıca bağlı olan, bir metal iyonu (aktivatör) gibi protein olmayan maddedir.

Bilgi Notu

Bohr etkisi: Hemoglobinin oksijenle birleşme hızı, ortamın sıcaklığı, oksijenin kısmi basıncı ve kan pH değerine bağlı olarak değişir. Kanda CO_2'in kısmi basıncının artması kan pH değerini düşürür. Bu durum hemoglobinin bağlı olduğu O_2 moleküllerinin bırakılmasına yol açar. Düşük pH, hemoglobinin oksijene ilgisini azalttığı için bu etkiye "Bohr etkisi" denir.



Görsel 1.100: Oksijenin akciğerden dokulara taşınması

1. Oksijen, alveollerden akciğer kılcal damarlarına geçer. Hemoglobin, oksijen oranının yüksek olduğu akciğer kılcallarında, oksijenle bağlanarak **oksihemoglobin** (HbO_2) oluşturur.

2. Oksijen, alyuvarlarda oksihemoglobin hâlinde taşınır. Oksihemoglobinli kan, akciğer toplardamarıyla kalbe gelerek buradan tüm vücuda pompalanır.

3. Doku kılcallarına gelindiğinde, oksijen oranının düşük olduğu yerde ayrılma eğiliminde olduğundan hemoglobin, oksijenden ayrılır. Serbest kalan O_2, önce doku sıvısına buradan da hücrelere geçer.

Yükseklere çıkıldıkça atmosfer basıncı düşer. Deniz seviyesinde 760 mmHg olan atmosfer basıncı, 3000 m'de 523 mmHg'ya, 15000 m'de 87 mmHg'ya kadar düşer. Atmosfer basıncının düşmesiyle orantılı olarak oksijen kısmî basıncı (PO_2) da azalır. Havada hâlâ %21 O_2 olduğundan solunan PO_2, deniz seviyesinde 159 mmHg (0,21x760) iken 15000 m yükseklikte sadece 18 mmHg olur. Hızla yüksek irtifaya çıkan kişilerde **akut dağ hastalığı** görülebilir. Baş ağrısı, hâlsizlik, bulantı, kusma şeklinde belirti verir. Bu kişilere oksijen verilmez veya bu kişiler daha düşük irtifaya taşınmazlarsa ölebilirler. Aynı zamanda bu gibi durumlarda **beyin ödemi** veya **akciğer ödemi** görülebilir. Yükseklere çıkan kişilerde böbreklerden salınan eritropoietin hormonu etkisiyle alyuvar sayısı arttırılır. Böylece hücrelere daha çok oksijen taşınması sağlanarak bu duruma adaptasyon gerçekleştirilir.

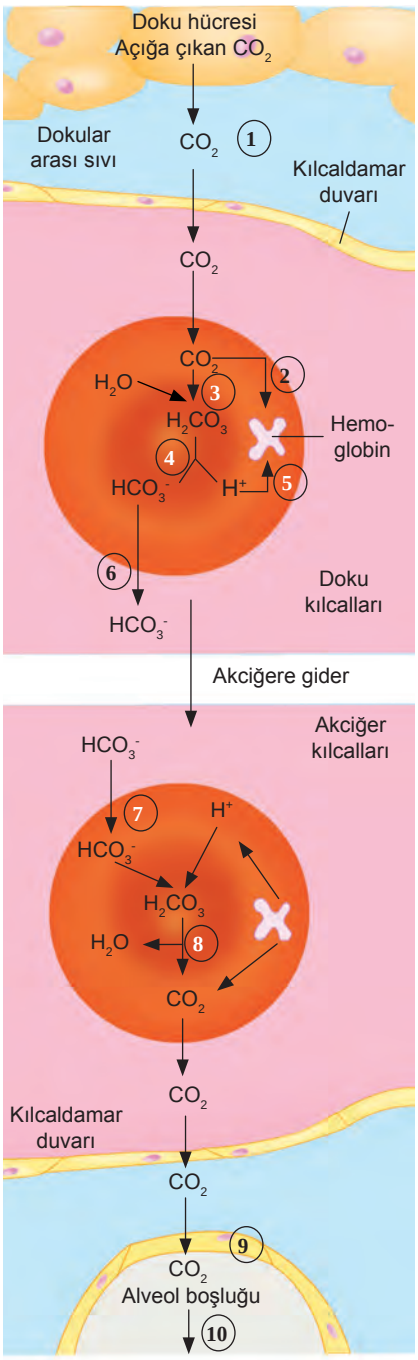
Vurgun, daha çok denizlere dalan kişilerde görülen bir durumdur. Örneğin, dalgıcın sırtındaki tüpten soluduğu azot gazı, basıncın etkisiyle sıvılaşır. Dalgıç su üzerine çıkması gereken süreyi kısa tutarak aniden su yüzeyine dönerse dalgıcın hücre içi ya da hücre dışı vücut sıvılarında çok miktarda azot kabarcıkları oluşur. Bu gaz kabarcıklarının, kan damarlarını tıkamasıyla bacak ve kolların eklem yerlerinde ağrı, baş dönmesi, felç gibi belirtiler görülür. Vurguna yakalanan kişilerin %2'lik bir kısmında kabarcıkların akciğer kılcallarını tıkamasıyla **boğulma** denilen ciddi nefes darlıkları görülebilir. Dalgıç, yüzeye yavaşça çıkarsa erimiş azot, vurgun oluşmasını önlemeye yetecek hızla akciğerlerden soluk verme ile atılır.

Bilgi Notu

Akut dağ hastalığı: Günümüzde birçok yerli, And Dağları ve Himalayalarda 3500 m irtifada yaşamaktadır. Peru'da bulunan And Dağlarında bir grup 5100 m'de yaşayıp 5700 m yükseklikteki maden ocaklarında çalışmaktadır. Bu yerlilerin orada doğup büyümeleri, bulunduğu yüksekliğe uyum göstermelerini sağlamıştır. Bu kişilerin göğüs çapları genişler, geri kalan vücut kısımları daha küçük kalır. Kalpleri alçak irtifada yaşayanlara göre daha geniştir. Bu bölgelerde yaşayan insanlar yüksek irtifaya adapte olduklarından akut dağ hastalığına yakalanmazlar.

Karbondioksit Taşınması

Karbondioksit taşınmasında temel amaç, CO_2'in dokulardan uzaklaştırılması ve kan pH'sinin dengelenmesidir. Solunum yapan hücrelerin artık maddesi olarak oluşan CO_2, önce difüzyonla doku sıvısına buradan da doku kılcal damarlarına geçer. CO_2'in doku kılcallarından akciğere taşınması üç yolla gerçekleşir: Yaklaşık olarak %7'si kan plazmasında **çözünmüş** olarak, %23'ü alyuvarlarda bulunan hemoglobine bağlanıp **karbaminohemoglobin** ($HbCO_2$) oluşturarak, %70 kadarı ise kan plazmasında **bikarbonat iyonları** (HCO_3^-) şeklinde akciğerlere taşınır (Görsel 1.101).



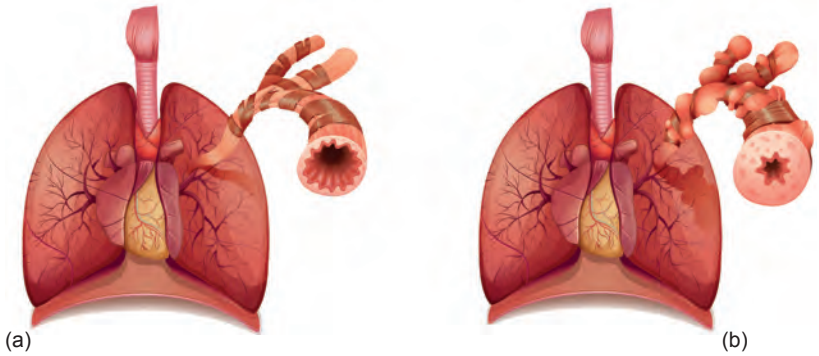
Görsel 1.101: Karbondioksidin dokulardan akciğere taşınması

1. Vücut dokularında üretilen CO_2 doku sıvısına oradan kılcal damarlara difüzyonla geçer.
2. Alyuvara giren CO_2'in %23'ü hemoglobine bağlanarak **karbaminohemoglobin** ($HbCO_2$) oluşturur. ($Hb+CO_2 \rightarrow HbCO_2$)
3. Alyuvarlara giren CO_2, alyuvardaki **karbonik anhidraz** enzimi yardımıyla H_2O ile birleşerek karbonik asiti (H_2CO_3) oluşturur.
4. Kararsız olan H_2CO_3, HCO_3^- (bikarbonat) ve H^+ iyonuna dönüşür. ($H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$)
5. Hemoglobin, karbonik asitten gelen H^+ iyonlarının çoğunu bağlayarak kanın asitleşmesini engeller. ($Hb+H^+ \rightarrow HbH^+$)
6. HCO_3^- iyonları kan plazması ile akciğerlere kadar taşınır.
7. Akciğer kılcallarında HCO_3^- plazmadan alyuvarlara difüze olur ve hemoglobinden ayrılan H^+ iyonu ile birleşerek H_2CO_3'i oluşturur.
8. H_2CO_3 alyuvardaki karbonik anhidraz enzimi aracılığıyla H_2O ve CO_2'e dönüşür.
9. CO_2, alyuvardan kan plazmasına oradan da alveol boşluğuna geçer.
10. CO_2 nefes vermeyle dışarı atılır.

1.5.4. Solunum Sistemi Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması

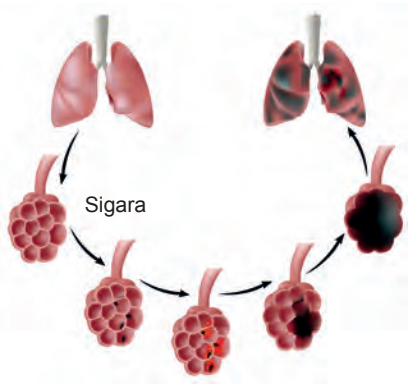
Solunum sistemi hastalıklarına yol açan faktörler arasında hava kirliliği, **sigara kullanımı**, sigara dumanına maruz kalma, mevsimsel ve coğrafik koşullar, bazı mesleki faktörler ve sağlıksız beslenme yer almaktadır. Uzun yıllar sigara kullanımı akciğerlerin elastik yapısının azalmasına, tahribatına ve enfeksiyonlara açık hâle gelmesine neden olmaktadır. Uzun vadede akciğer kanserine kadar gidebilen solunum sistemi hastalıklarının temel etkeni olarak sigara gösterilmektedir. Solunum sistemi rahatsızlıklarının bazıları KOAH, astım, amfizem, zatürre (pnömoni) ve veremdir (tüberküloz).

Astım, solunum yollarının daralmasıyla ortaya çıkan genetik ve çevresel etkenlerin birlikte neden olduğu bir hastalıktır. Belirtileri; hışıltılı solunum, nefes darlığı, göğüste sıkışma, gece ve sabaha kadar süren öksürük nöbetleri şeklinde görülür. Astım hastalığının, dünyada yaklaşık 300 milyon, ülkemizde ise yaklaşık 3,5 milyon kişiyi etkilediği düşünülmektedir (Görsel 1.102).



Görsel 1.102: Normal (a) ve astımlı akciğer (b) yapısı

KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı), hava iletim yollarında hava akımının kısıtlandığı akciğer hastalığıdır. En önemli ve sık görülen nedeni sigara içmek veya sigara dumanından pasif olarak etkilenmektir (Görsel 1.103). Hastalığın gelişimine neden olan diğer faktörler; toz, duman ve zararlı gazlara maruz kalmak, hava kirliliği, uygun olmayan diyet, düşük sosyoekonomik durum ve genetik faktörler nedeniyle akciğer tahribatını önleyen faktör eksikliği sayılabilmektedir. Hastalığın erken döneminde nefes darlığı, bacaklarda güçsüzlük, çabuk yorulma, uzun süren solunum yolu enfeksiyonları ve hışıltılı solunum hastalığın belirtileri olabilir. Hastalığın tespiti için "nefes ölçüm testi" yapılmaktadır.



Görsel 1.103: Sigara nedeniyle akciğer alveol yapısının bozulması

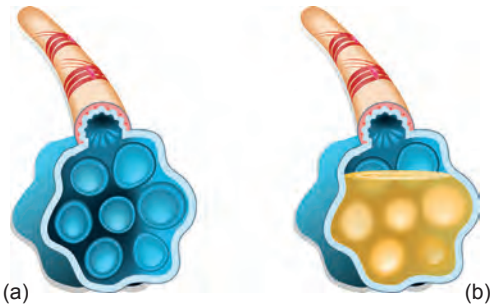
Bilgi Notu

Sigara kullanımı: Anne adaylarının bazıları, gebelikleri sırasında sigara içmektedir. Bu durum bebeğe, hayatı boyunca etkileyecek önemli sağlık sorunları açısından risk oluşturur. Yapılan bilimsel araştırmalar sonucu anne karnında sigaraya maruz kalan çocukların kanında, yıllar sonra bile sigaraya ait zararlı maddelerin bulunduğu tespit edilmiştir. Yaklaşık 500 çocuğun kan analiz sonuçları kullanılarak yapılan çalışmada, annelerinin gebeliği sırasında sigara içip içmediği araştırılmıştır. Araştırmalar sonucu yapılan tahminlerin %81'inin doğruluğu, çocukların aileleriyle görüşülerek onaylanmıştır. *[Kaynak: Ladd-Acosta, C. ve ark. (2015). Presence of an epigenetic signature of prenatal cigarette smoke exposure in childhood. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935115301432?via%3Dihub adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 14.12.2017]*

Araştıralım-Paylaşalım

Yaygın olarak görülen mesleki solunum sistemi hastalıkları nelerdir? Bu hastalıklardan korunmak için iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınabilecek önlemleri araştırınız. Kamu spotu hazırlayarak okulunuzda diğer öğrencilerle paylaşınız.

Zatürre (Pnömoni), alveollerin sıvı ve kan hücreleriyle dolması sonucu oluşan akciğerin iltihaplanması hastalığıdır. En yaygın tipi pnömokok bakterilerinin neden olduğu bakteriyel pnömonidir ve alveolde enfeksiyonla başlar. Akciğer zarı iltihaplanır ve geçirgenliği artar. Lökosit ve eritrositler kandan alveole sızar. Alveol sıvı ve hücrelerle dolar. Enfeksiyon alveolden alveole bakteri ve virüslerin geçişi ile yayılır. Akciğerin geniş bir bölümü hücre artıklarıyla dolu hâle gelir. Yeterince havalanamayan akciğerlerde oksijene doygunluk azalır (Görsel 1.104).



Görsel 1.104: Normal (a) ve zatürre olmuş (b) alveol yapısı

Amfizem, bronşları tahriş eden duman ve partiküller nedeniyle gelişen kronik enfeksiyondur. Hastalıkta aşırı mukus salgılanması uyarılır ve makrofajların enfeksiyonla savaşında etkinlikleri azalır. Amfizem nedeniyle oluşan ödem ve aşırı mukus, akciğerdeki hava yollarının tıkanmasına sebep olur. Alveoller gerilir, buna bağlı olarak alveol duvarlarında hasar oluşur. Alveol duvarlarındaki kayıplar, akciğerlerin difüzyon kapasitesini azaltarak kanın oksijenlendirmesini ve CO_2'i uzaklaştırmasını zorlaştırır. Kronik amfizem, uzun yıllar içinde yavaş gelişir. Uzun süreli tahribat ve solunum yetmezliği kişiyi ölüme götürebilir.

Akciğer kanseri, sigara içme oranının yüksek olması nedeniyle, tüm dünyada en sık görülen organ kanserlerindendir. Kanserojen etkenlere maruz kalan solunum yolları epitel hücrelerinde değişiklikler oluşur. Bu hücreler ihtiyaç ve kontrol dışı çoğalarak akciğerde kitle (tümör) oluşturur. Oluşan kitle sadece epitel dokuyla sınırlı kalmayabilir. **Gırtlak kanseri** de sigara içimine bağlı olarak gelişen kanser türlerindendir. Kanserojen maddeler gırtlak hücrelerinin yapısının değişimine neden olur. Etkili bir tedavi için erken tanı önemlidir. Günümüzde bireye özgü gelişmiş tedavi yöntemleri uygulanmaktadır.

Verem (tüberküloz), *Mycobacterium tuberculosis* (Mikobakteriyum tüberkülozis) bakterisi tarafından oluşturulan bulaşıcı bir hastalıktır. Verem; hastanın hapşırması, öksürmesi, konuşması ile havaya karışan bakterilerin solunum yolu ile sağlıklı bir insanın akciğerlerine ulaşması ile bulaşır. Aşı ile koruma sağlanmaktadır.

Solunum sistemini korumak ve solunum sistemi hastalıklarına yakalanmamak için aşağıdakilere dikkat edilmesi gerekir:

- Sigaradan ve sigara dumanından uzak durulmalıdır.
- Zehirli maddelerin ve partiküllerin bulunduğu ortamlarda havayı filtre eden koruyucu maskeler kullanılmalıdır.
- Hava kirliliğinden uzak kalarak temiz ve açık havada düzenli egzersiz yapılmalıdır.
- Sağlıklı ve düzenli beslenmeye önem verilmelidir.
- Polenler, toz böcekleri (ev akarları), küf mantarları ve bazı kimyasal maddeler gibi alerjenlerin yer aldığı ortamlardan kaçınılmalıdır.

Araştıralım-Paylaşalım

Türkiye'de en sık görülen üç solunum sistemi rahatsızlığını araştırınız. Bulduğunuz sonuçları grafiklendirerek sınıfınızda paylaşınız.

1. Ünite Solunum Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. İnsanda gaz alış verişini ve taşınmasını kolaylaştıran yapısal temel faktörler nelerdir?
.....

2. Soluk almayı hızlandıran etkenler nelerdir?
.....

3. Oksijen kanda hangi yöntemlerle taşınır? Açıklayınız.
.....

4. Karbondioksit, kanda hangi yöntemlerle taşınır? Açıklayınız.
.....

5.-7. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız.

Solunan havadaki O_2'in konsantrasyonu, soluk alıp verme hızını etkiler. O_2'in çok olduğu ortamlarda oksihemoglobin oluşumu hızlı gerçekleşir. Ortamda O_2 yetersizse oksihemoglobin oluşumu yavaşladığı için dokulara yeterli O_2 taşınamaz. Doku düzeyinde O_2 eksikliği hipoksi olarak tanımlanır. Hipoksi durumundan ilk etkilenen organ beyindir. 16000 metre yükseklikte bir uçakta kabin basıncının aniden kaybolmasında olduğu gibi, solunan havadaki oksijen basıncının aniden 20 mmHg'dan daha aşağıya inmesi 10-20 saniye içinde bilinç kaybına, 4-5 dakika içinde ölüme neden olur. Şiddeti az olan hipoksi, alkolün oluşturduğu zihinsel bozukluklara benzer. Sersemleme, ağrı duyarlılığında azalma, zaman ve yer kavramı kaybı, baş dönmesi gibi belirtiler verir.

5. Hipoksinin nedeni nedir?
.....

6. Hipoksiden ilk etkilenen organ neden beyindir?
.....

7. Uçaklarda kabin basıncının aniden kaybolması insanları nasıl etkiler?
.....

8. Deniz seviyesinde yapılacak bir yarışma için bazı sporcular, içinde oksijen kısmi basıncı düşürülmüş özel çadırlarda uyuyarak veya deniz seviyesinden çok yükseklerde antrenman yaparak hazırlanırlar.

Sporcuların bu tür uygulamaları tercih etmelerinin nedenini nasıl açıklarsınız?
.....

9. Atmosferdeki oksijenin azalması insan yaşamını nasıl etkiler?
.....

10. Kandaki asitlik oranı artarsa kan pH'si nasıl dengelenir?
.....

11. Dış solunum, iç solunum ve hücresel solunum kavramlarını açıklayınız.
.....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

12. Yüzey gerilimini azaltarak alveollerin sönmesini önleyen ve alveol hücrelerinden salgılanan maddeye …….....denir.

13. Yapısında demir atomu bulunan, oksijen ve karbondioksit taşıyan protein yapılı moleküle …….....
..... denir.

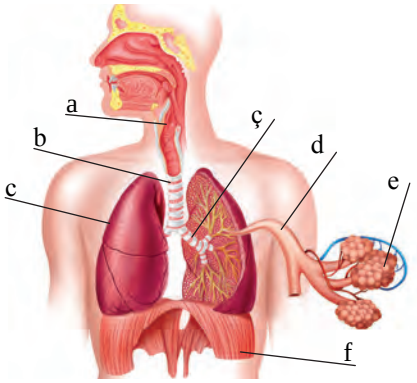
14. Soluk borusu, ... adı verilen iki kola ayrılır.

15. Akciğerlerdeki iç basıncı değiştiren yapılar, ...
.....……..... ve …..... adıyla anılır.

16. Bir hemoglobin .....
.....adet oksijen molekülü bağlayabilir.

17. Göğüs boşluğu ile karın boşluğu arasında bulunan, çizgili kas yapısındaki .....
.....sayesinde göğüs boşluğu hacmi değişir.

18. Aşağıda görselde yapı ve organların isimlerini yazınız.



19. Aşağıda soluk alıp verme mekanizması ile ilgili verilmiş ifadeler doğru ise "D", yanlış ise"Y" ile belirleyiniz.

Atmosferdeki oksijenin kısmi basıncının azalması soluk alıp vermeyi hızlandırır.	
Soluk verme sırasında kaburga kasları kasılı durumdadır.	
Soluk alma sırasında göğüs kafesi hacmi azalır.	
Soluk alma sırasında iç basınç, dış basınçtan daha yüksektir.	
Soluk alıp verme mekanizmasının kontrol merkezi omurilik soğanıdır.	

20. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Bronşit b) Astım c) Kistik fibröz
ç) Zatürre d) Verem e) KOAH

I. *M. tuberculosis* bakterisinin neden olduğu bulaşıcı akciğer hastalığıdır.	
II. Bronş duvarlarının iltihaplanmasıdır.	
III. Alveollerin sıvı ve kan hücreleriyle dolmasıyla oluşan akciğerin iltihaplanması durumudur.	
IV. Genellikle sigaranın neden olduğu hava iletim yollarında hava akımının kısıtlandığı akciğer hastalığıdır.	

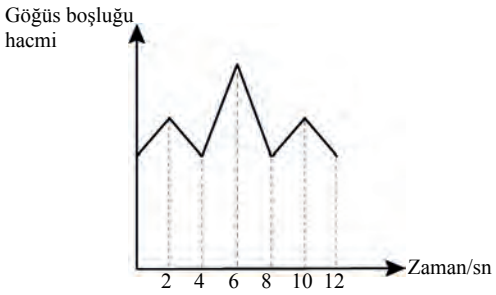
21. Aşağıda numaralarla verilen solunum gazlarının taşınması sırasında gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir. **Verilmiş ifadeleri** "akciğer kılcallarındaki alyuvarlarda" **veya** "doku kılcallarındaki alyuvarlarda" **kısımları ile eşleştiriniz.**

Akciğer kılcallarındaki alyuvarda .....
Doku kılcallarındaki alyuvarlarda .....

I.	$H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3$
II.	$H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$
III.	$HbH^+ \longrightarrow Hb + H^+$
IV.	$Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$
V.	$Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

22.



Yukarıda verilen göğüs boşluğu hacmi-zaman grafiği ile ilgili aşağıda verilen;

I. 2. ve 4. saniyeler arasında soluk alınmıştır,
II. 4. ve 6. saniyeler arasında en az miktarda hava alınmıştır,
III. 6. ve 8. saniyeler arasında akciğerlerdeki iç basınç yüksektir,
IV. 8. ve 10. saniyeler arasında karın iç basıncı düşer

ifadelerinden hangisi doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve IV E) I, II ve IV

23. Aşağıdakilerden hangisi deniz kenarından yüksek rakımlı bölgelere çıkmış insanların yaşayacakları durumlardan biri olamaz?

A) Kanlarında bulunan alyuvar sayısının artması
B) Kalp atışı hızının artması
C) Daha az soluk alıp vermesi
D) Nabız sayısının artması
E) Kanda, hemoglobin oranının artması

24. Kış aylarında soba ve şofbenlerden yayılan gazlar nedeniyle zehirlenme olayları yaşanır.

Buna göre;
I. soba ve şofbenlerden yayılan gazların, omurilik soğanının çalışmasını durdurması,
II. karbonmonoksit gazının, alyuvar hücrelerine geri dönüşümsüz bağlanması,
III. soba ve şofben gazlarının solunum yolunda bronşları tıkaması

ifadelerinden hangisi yaşanan bu zehirlenmenin temel sebebidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

25. İnsanlarda soluk verme sırasında görülen;

I. akciğerlerin hacminin azalması,
II. alveol boşluklarındaki hava basıncının artması,
III. diyaframın gevşeyip kubbeleşmesi

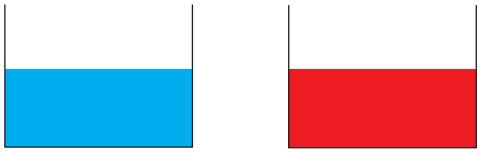
durumlarının gerçekleşme sırası hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) I-III-II B) I-II-III C) III-I-II
D) III-II-I E) II-III-I

26. Aşağıdaki kan veya BOS içeriğindeki maddelerden hangisindeki konsantrasyon değişikliği, solunumu <u>etkilemez</u>?

A) Atardamar kılcallarındaki bikarbonat konsantrasyonu
B) Atardamar kılcallarındaki hidrojen iyonu konsantrasyonu
C) BOS'ta bulunan hidrojen iyonu konsantrasyonu
D) Atardamar kılcallarındaki sodyum iyonu konsantrasyonu
E) BOS'ta bulunan karbondioksit konsantrasyonu

27. Aşağıdaki deney düzeneğinde A kabına su, B kabına insan kanı eşit miktarda konulmuştur. Bir süre açık havada bekletilen sıvıların farklı miktarlarda O_2 tuttuğu tespit edilmiştir.



Buna göre;

I. A kabı, B kabından daha fazla O_2 tutmuştur,
II. B kabındaki çekirdeksiz alyuvarlarda bulunan hemoglobinin O_2 bağlama kapasitesi fazladır,
III. B kabında tutulan O_2 miktarı, A kabında tutulandan fazladır,
IV. A ve B kaplarında eşit miktarlarda sıvı olduğundan eşit miktarda O_2 tutulur,

ifadelerinden hangisi doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız IV C) II ve III
D) II ve IV E) I, II, III ve IV

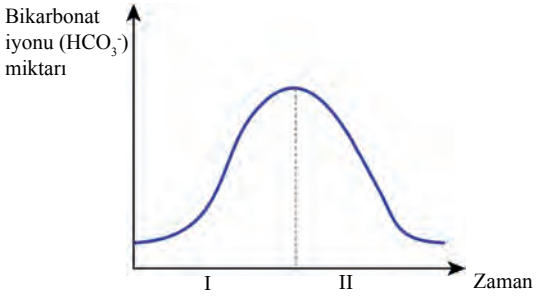
28. İnsanda bacak kası hücrelerinde oluşan CO_2, bulunduğu yerden akciğerler aracılığıyla dışarı atılıncaya kadar;

I. alt ana toplardamar,
II. akciğer atardamarı,
III. akciğer toplardamarı,
IV. kapı toplardamarı

biçiminde sıralanan damarların hangilerinden geçeceği <u>kesindir</u>?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) III ve IV E) I, II, III ve IV

29.



Yukarıdaki grafikte insan kan damarlarında zamana bağlı HCO_3^- iyonu miktarındaki değişim verilmiştir. **Buna göre sırasıyla I ve II zaman aralıklarında kan, aşağıda verilen yapıların hangilerinden geçer?**

A) Doku kılcalları-Akciğer kılcalları
B) Akciğer kılcalları-Doku kılcalları
C) Akciğer atardamarı-Akciğer toplardamarı
D) Sol kulakçık-Sağ kulakçık
E) Sağ karıncık-Sol karıncık

30. Kalbe ait yapı ve damarlarda;

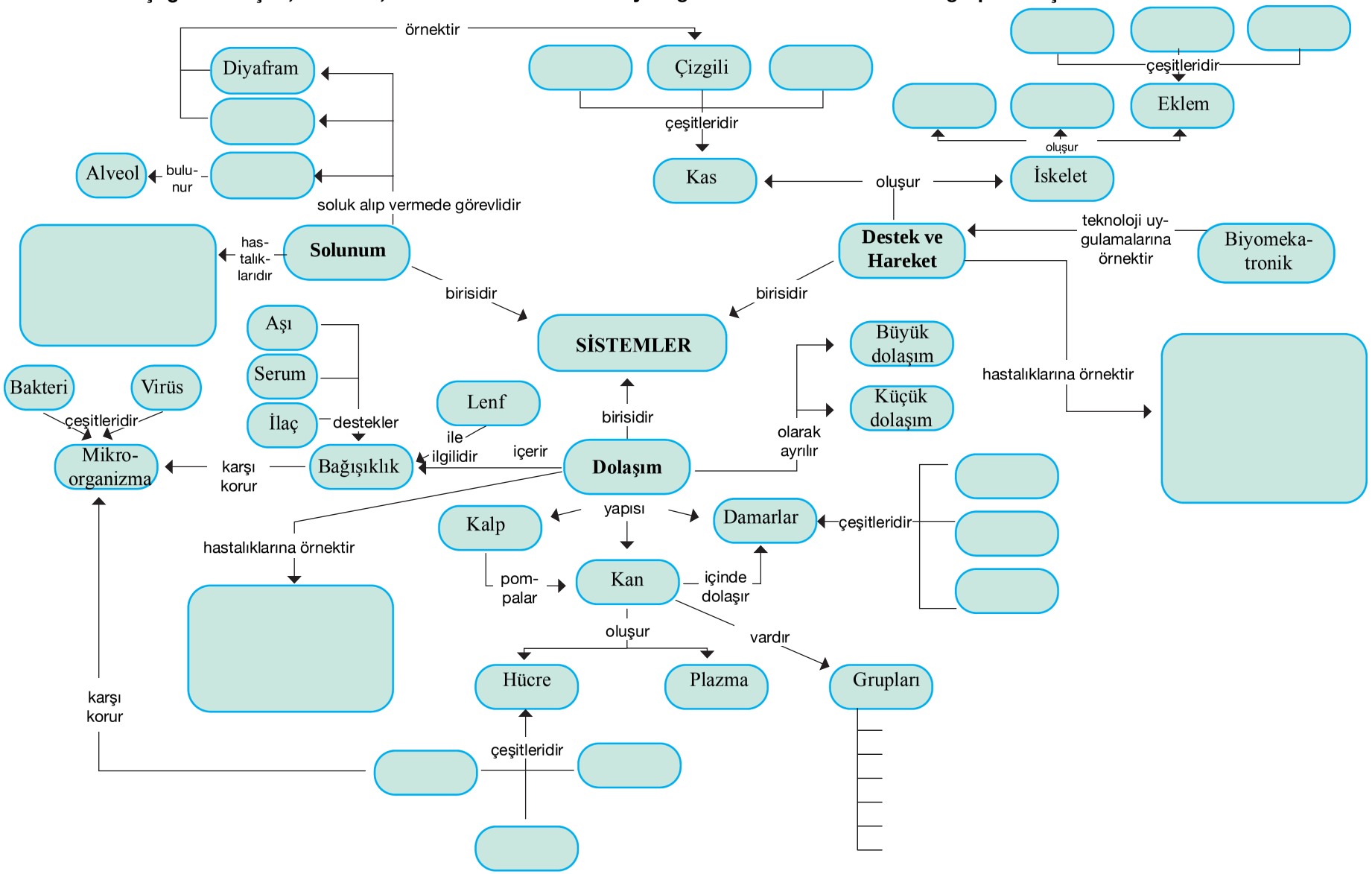
I. kalbin sol kulakçığı,
II. kalbin sağ karıncığı
III. akciğer atardamarı
IV. akciğer toplardamarı

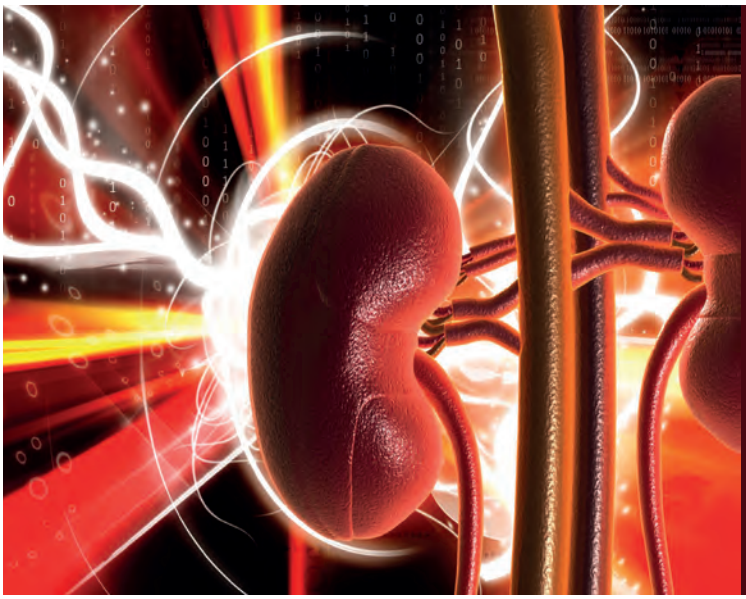
taşınan kan plazmasındaki bikarbonat iyonu (HCO_3^-) yoğunluğu, aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) II = III > I = IV
B) I = II > III = IV
C) I = II = III = IV
D) I = III < II = IV
E) I = II < III = IV

İş Birlikli Kavram Haritası 2

Aşağıda dolaşım, solunum, destek ve hareket sistemiyle ilgili verilen kavram haritasını gruplar oluşturarak doldurunuz.





Bölüm 6
Üriner Sistem

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenciler;

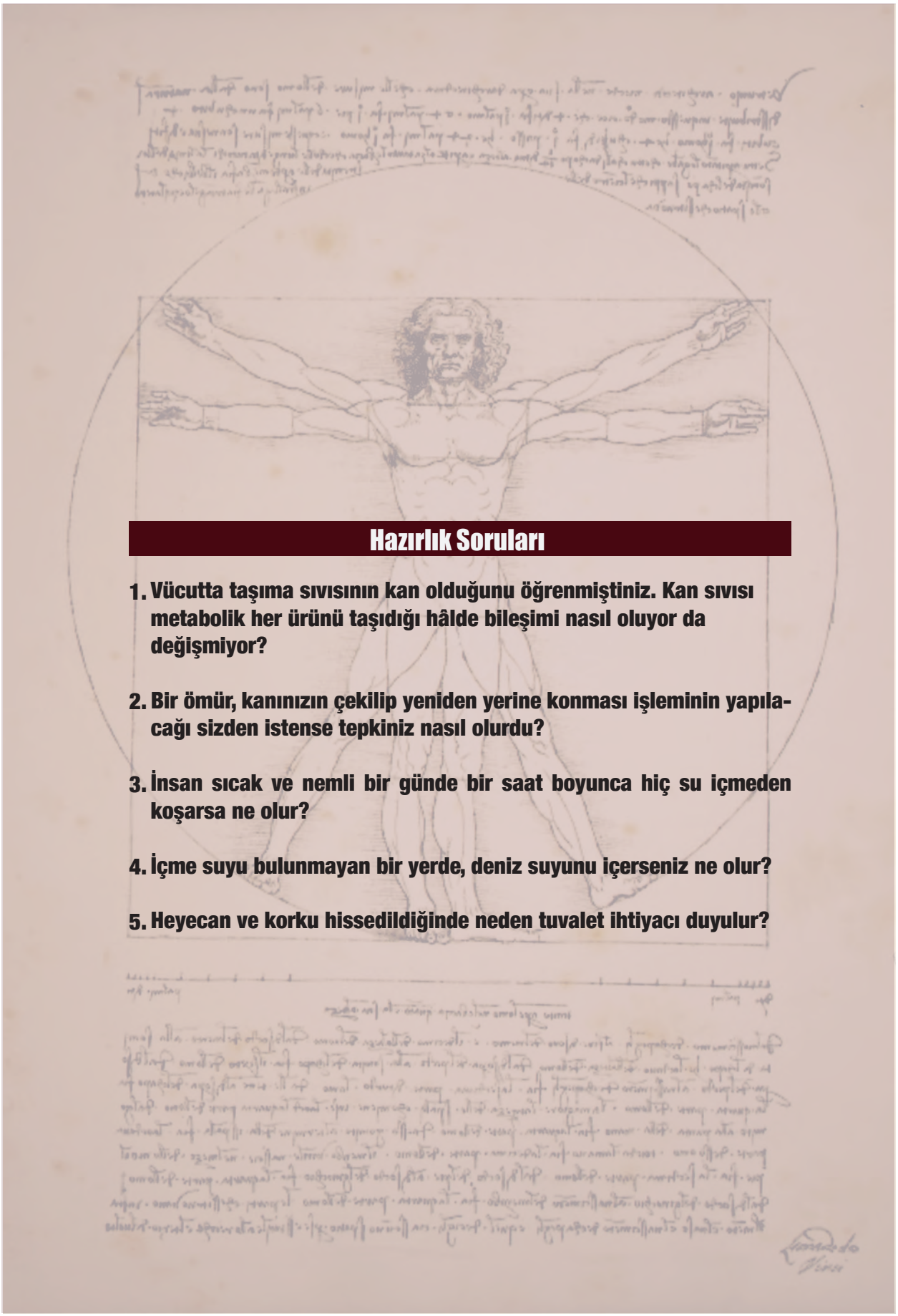
- Üriner sistem organlarının yapısını görselleriyle birlikte tanır.
- Böbreğin işlevsel birimi olan nefronun yapısını ve işlevini açıklar.
- İdrar oluşumu için gerçekleşen süzülme, geri emilim ve salgılama olaylarının nerede ve nasıl gerçekleştiğini açıklar.
- Üriner sistemin homeostazi için önemini öğrenir. Dolaşım sistemi, solunum sistemi, sinir ve endokrin sistemle bağlantısını ilişkilendirir.
- Kronik böbrek rahatsızlıklarını öğrenerek boşaltım sistemi rahatsızlıklarının tedavisinde uygulanan böbrek naklini ve diyaliz mekanizmasını tanır. Üriner sistemin sağlığının korunması için yapılması gerekenleri öğrenir.

Kavramlar ve Terimler

- Böbrek
- Böbrek Nakli
- Böbrek Yapısı
- Diyaliz
- Mesane
- Nefron
- Üreter
- Üretra

Bölüm İçeriği

- Üriner Sistem
- Böbreğin Yapısı
- Nefronun İşlevi ve İdrar Oluşumu
  - Süzülme
  - Geri Emilme
  - Salgılama (Sekresyon)
- Böbreğin Görevleri
- Üriner Sistem Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması
- Üriner Sistem Ölçme ve Değerlendirme



Hazırlık Soruları

1. **Vücutta taşıma sıvısının kan olduğunu öğrenmiştiniz. Kan sıvısı metabolik her ürünü taşıdığı hâlde bileşimi nasıl oluyor da değişmiyor?**

2. **Bir ömür, kanınızın çekilip yeniden yerine konması işleminin yapılacağı sizden istense tepkiniz nasıl olurdu?**

3. **İnsan sıcak ve nemli bir günde bir saat boyunca hiç su içmeden koşarsa ne olur?**

4. **İçme suyu bulunmayan bir yerde, deniz suyunu içerseniz ne olur?**

5. **Heyecan ve korku hissedildiğinde neden tuvalet ihtiyacı duyulur?**

Oku-Yorum

Homeostatik Denge ve Böbrek

Hücre ve dokular, yaşamın ve vücut sistemlerinin sürekliliği için organik ve inorganik bileşenleri kullanır. Bu bileşenlerin besinler yoluyla yerine konması gerekir. Homeostatik dengenin sağlanması ve kararlı iç ortamın sürdürülebilmesi buna bağlıdır.

İnsanlar normal şartlarda, solunum, terleme, bağırsak hareketleri ve deriden difüzyon ile yaklaşık bir litre su kaybeder. Deri yoluyla hissedilmeyen su kaybı, terlemeden bağımsız olarak gerçekleşir ve doğuştan ter bezleri olmayan kişilerde bile görülür. Deriden difüzyon yoluyla günlük ortalama sıvı kaybı 300-400 ml'dir. Solunum yoluyla hissedilmeyen su kaybı günlük 300 ile 400 ml arasında değişir. Soğuk havalarda atmosferin su buharı basıncı neredeyse sıfıra düştüğü için, hava sıcaklığı azaldıkça akciğerden su kaybı daha da artar. Böbrekler ise kan plazmasını filtre ederek vücudun ihtiyacına göre filtreleme işini istenen hızda gerçekleştirir ve kanı temizler.[1] Sağlıklı yetişkin bir insanın yağsız vücut kitlesinin %65-70'ini su oluşturur. Vücut suyu, hücre içi ve hücre dışında bulunur. Vücut suyunun %35'i hücre dışında bulunur. Bu su kan plazmasında ve hücreler arasında olmak üzere ikiye ayrılır. Ortalama 70 kg ağırlığında bir kişide plazma hacmi, vücut ağırlığı başına 39 ml/kg'dir ve toplam plazma hacmi 3 litre kadardır.

Günlük su ihtiyacını birçok etken belirler. Erişkinler, besinlerin kilokalorisi başına yaklaşık 1 ml suya ihtiyaç duyar, bebeklerin ihtiyacı ise 1,5 ml kadardır. Sıvı kaybı; aşırı terleme, kusma, ishal veya ağır yanıklar sonucunda oluşabilir. Sıvı fazlalığı ise, böbrek veya kalp yetmezliği gibi, su ve sodyumun normal atılımını etkileyen hastalıklarda gerçekleşir. [2]

Dünyada bir milyar civarında hipertansiyon hastası vardır. 240 milyondan fazla insanda diyabet görülmektedir. Diyabetik insanların %40 kadarında kronik böbrek hastalığı (KBK) gelişir ve bu hastalarda kardiyovasküler hastalık riski de artar. Türkiye'de her altı kişiden birinde kronik böbrek hastalığının (KBH) olduğu belirtilmektedir. Türkiye Kronik Böbrek Hastalığı Yoğunluğunun Araştırması (CREDIT) çalışmasında KBH'nın kadınlarda (%18,4), erkeklere (%12,8) oranla daha fazla görüldüğü, yaşla birlikte riskin belirgin bir şekilde arttığı, kırsal kesimler, Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yaşayanlarda KBH riskinin daha fazla olduğu bildirilmiştir. Beklenildiği üzere, yaşlanma ile KBH sıklığının giderek arttığı, 40 yaş altında %10'dan düşük olan yoğunluğun, 80 yaş üzerinde %50'nin üzerine çıktığı saptanmıştır. CREDIT çalışmasında KBH açısından risk oluşturan bu hastalıkla birlikte seyreden hastalıkların durumlarının sıklıkları da incelenmiştir. Hipertansiyon %32.7, *Diyabetes mellitus* %12.7, obezite %20.1, karın bölgesinde yağlanma %32.1, metabolik bozukluklar %3.3, dislipidemi (kandaki yağ bozukluğu hastalığı) %76.3 ve aktif sigara kullanımı %35.2 oranlarında saptanmıştır (Tablo 1.12).

Böbrek yetmezliğinin tedavisinde ağırlıklı olarak üç yöntem öne çıkmaktadır. Bunlar hemodiyaliz, periton (karın) diyalizi, transplantasyondur (nakil) (Tablo 1.10).

Ülkemizde böbrek nakillerinin büyük bölümü canlı vericiden yapılmaktadır. Kadavradan böbrek nakli oranında son yıllarda azalma dikkati çekmektedir. Buna neden olan önemli faktörlerden birisi ülkemizde beyin ölümü bildirim sayısının ve bağış oranının yetersiz oluşudur. Örneğin, 2011 yılında ülkemizde toplam 1.319 beyin ölümü bildirimi yapılmış ve bunların sadece %25'inden organ bağış izni alınmıştır. Nüfusu 75 milyonu aşan ülkemizde beyin ölümü bildirim sayısı üzerinden bağış oranı, Batı ülkelerinin oldukça gerisindedir (Tablo 1.11). Yapılan çalışmalar, diyaliz hastalarında ölüm oranlarının genel po-

Tablo 1.10: 2012 Verilerine Göre Türkiye'deki Böbrek Tedavisi Uygulanan Hasta Sayıları *(Kaynak: TND Böbrek Kayıt Sistemi Envanteri)*

	Sayı	%
Hemodiyaliz	48900	79.28
Periton Diyalizi	4777	7.75
Transplantasyon	8000	12.97
Toplam	61677	100.00

Tablo 1.11: Türkiye'de Böbrek Transplantasyon Sayıları ve Oranları *(Kaynak: TND Böbrek Kayıt Sistemi Envanteri)*

Yıllar	2002	2006	2009	2012
Toplam sayı	550	929	2362	2903
Kadavra oranı (%)	34	27	18	18

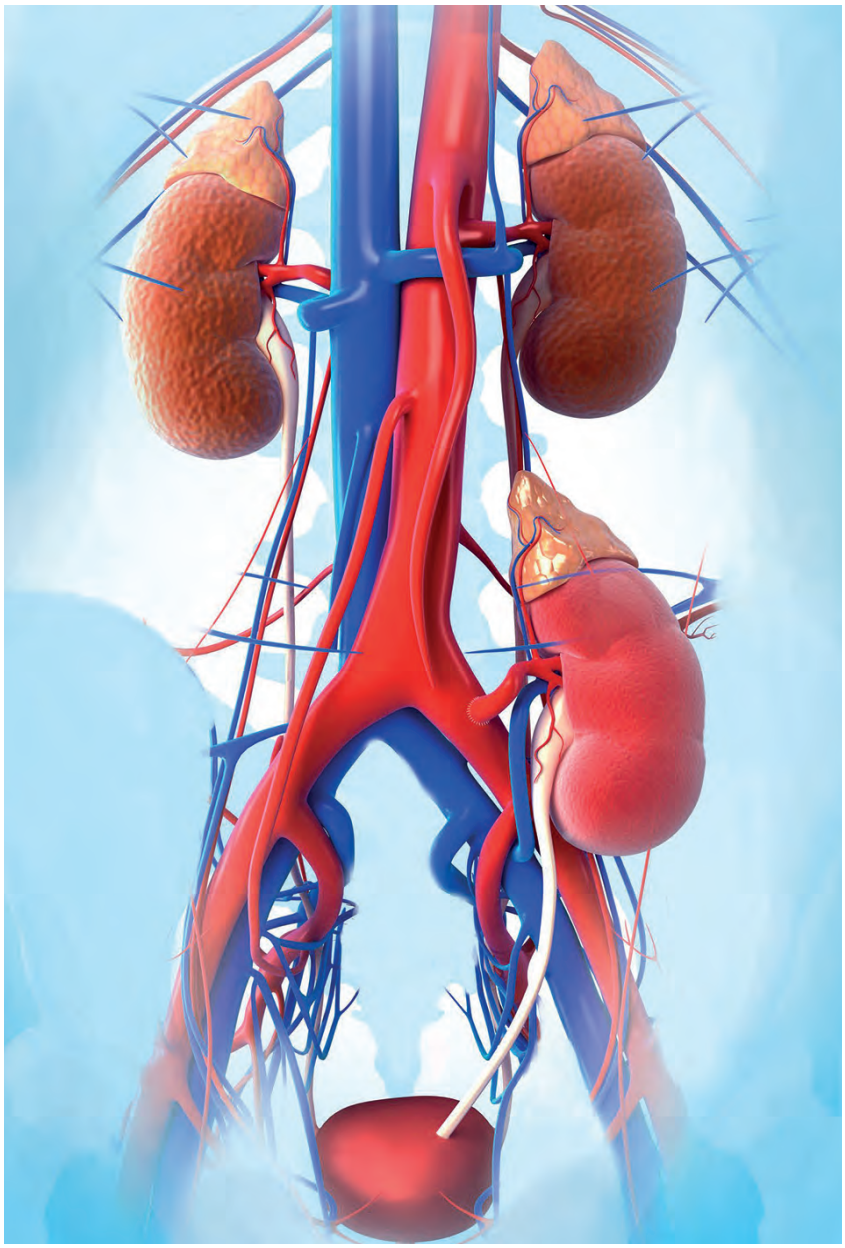
Tablo 1.12: Türkiye'de Diyalize Yeni Başlayan Hastalarda Etyolojik (Nedenler Bilimi) Değişimi *(Kaynak: TND (Türk Nefroloji Derneği) Böbrek Kayıt Sistemi Envanteri)*

Yıllar / Hastalık Türü	1995	2000	2006	2012
Diabetes mellitus	15.3	15.8	28.9	36.6
Hipertansiyon/Nefroskleroz (Böbrek atardamarının bozulmasına bağlı hastalık)	9.2	15.2	23.3	27.4
Glomerülonefrit (Nefronların iltihaplanması)	28.1	22.8	6.6	7.3

pülasyona göre 10-30 kat daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ölümlerin %50'den fazlası kardiyovasküler olaylara bağlı olarak gelişmektedir. Oysa böbrek transplantasyonu hastalara anlamlı olarak daha uzun ve daha kaliteli bir yaşam olanağı sunmaktadır. Böbrek nakli yapılan hastaların yaşam beklentisi, diyaliz hastalarından yaklaşık 3 kat daha fazladır. Ancak genel insan popülasyonuna göre daha düşüktür. TND'nin "2012 Yılı Böbrek Kayıt Sistemi" verilerine göre böbrek transplantasyonu hastalarında en önemli ölüm nedeni enfeksiyonlardır (%40,9), bunu kardiyovasküler hastalıklar izlemektedir.[3]

Böbrek hastalıkları sağlık harcamaları içerisinde oransal olarak büyük yer kaplamaktadır. Böbrek işlevinin yitirilmesine sebep olan iki hastalığın (diyabet ve hipertansiyon) da tedavi masrafı giderek artmaktadır. Dünya çapında diyaliz ve transplantasyon için yapılan toplam masrafın önümüzdeki on yılda, 1 trilyon doları geçeceği öngörülmektedir. Ülkemizde Prof. Dr. Cengiz Utaş tarafından 2008 yılında yapılan analize göre hemodiyalizin hasta başına yıllık maliyeti 15 917 $, ilaçlar dahil 24 242 $; periton diyalizinin hasta başına yıllık maliyeti ise 15 143 $, ilaçlar dahil 18 418 $'dır. Buna göre, ülkemizde diyaliz tedavilerinin yıllık yaklaşık maliyeti 1,5 milyar dolardır. Buna hastaneye yatışlar, paket dışı tetkikler ve diğer ilaç kullanımları dahil edilirse maliyetin yükseleceği görülmektedir. Böbrek transplantasyonu ilk iki yıl diyalize eş değer bir maliyete sahip olmakla beraber, ikinci yıldan sonraki maliyeti yarıya düşürmektedir. Tedavi maliyetlerini azaltmanın bir diğer yolu periton diyalizinin teşvik edilmesidir. Utaş'ın yaptığı analiz, ülkemizde periton diyalizinin hasta başına yıllık maliyetinin, hemodiyalizden 5 800 dolar daha düşük olduğunu göstermiştir. Benzer bulgular, ABD başta olmak üzere diğer ülkelerde yapılan maliyet analizlerinde de saptanmıştır.[4]

Tüm bunların yanı sıra bilim insanları, böbreği taklit eden dünyanın ilk yapay böbreği olan bir mikroçip üretti. Cihaz, Vanderbilt (Vanderbilt) Üniversitesi bilim insanları tarafından icat edildi. Nakledilebilinecek olan bu yapay böbrek, hastanın kalbi kullanılarak çalışan bir mikroçip filtresine ve canlı böbrek hücreleri gibi biyosentetik özelliklere sahiptir. Gerçek bir



böbrek gibi tuz, su ve atık maddeleri temizleyerek diyaliz makinesine bağımlılığı ortadan kaldırmaktadır. Cihazı geliştiren ekibi yöneten Dr. William H. Fissell (Vilyım H. Fissel), mikroçiplerin silikon nanoteknoloji kullanılarak mikroelektronik endüstrisi tarafından bilgisayar için geliştirilen süreçlerin aynısını kullandığını belirtmiştir. Ayrıca, yapay böbreklerin her birinin üst üste 15 kat olan mikroçiplerden oluştuğunu, yapısındaki canlı hücrelerin bioreaktör görevi gördüğünü, böylece yapay böbrekte filtreleme işi gerçekleştiği zaman vücudun ihtiyaç duyduğu maddelerin emiliminin, atık maddelerin ise boşaltımının kolaylıkla yapıldığını belirtmiştir. Klinik testlerine yıl sonunda başlanması beklenen yapay böbrek başarılı olursa dünyada ve ülkemizdeki milyonlarca böbrek hastası için "yeterli böbrek bulunamaması" sorununu ortadan kaldıracak gibi görünüyor.[5] Hayaller gerçek olabilir, bunun için çalışmak, sabır göstermek ve açık fikirli olmak gereklidir.

(Kaynaklar 1. 2016, Güneş Tıp Kitapevleri, Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji, Onüçüncü Baskı 2. 2000, Palme Yayıncılık, Altıncı Baskıdan çeviri, Biyokimya ; 3. http://www.tsn.org.tr/pdf/Turkiye_Bobrek_Hastaliklari_Onleme_ve_Kontrol_Programi.pdf2015, 4. Nobel Tıp Kitapevleri, Ganong'un Tıbbi Fizyolojisi; 5. https://www.medikalakademi.com.tr/canli-bobrek-huecreleri-ve-mikrociplerden-olusan-yapay-bobrek-gelistirildi/. Erişim Tarihi: 30.10.2017)

1.6. Üriner Sistem

Canlıların ortak özelliklerinden biri de boşaltımdır. Hücrede metabolik faaliyetler sonucunda oluşan ürünler farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Üretim ve tüketim aşamalarında açığa çıkan atıkların bir kısmı değişime uğratılarak (geri dönüşüm) canlıda tekrar tekrar kullanılırken bir kısmı ise kısa sürede uzaklaştırılması gereken atıklardır. Bunlara **metabolizma atıkları** denir. Hücre ve organizma düzeyinde madde konsantrasyonunun sabit tutulması, boşaltım yoluyla gerçekleştirilir. Boşaltım, hücrelerin ve organizmanın canlılığını devam ettirebilmesi ve homeostazinin devamlılığının sağlanması için önemlidir. Boşaltım denince ilk akla gelen metabolizma atıkları su, CO_2, amonyak (NH_3), **üre** [$CO(NH_2)_2$] ve ürik asittir ($C_5H_4N_4O_3$). Su; akciğerler, böbrekler ve deri yoluyla dışarıya verilir. Amonyak, üre ve ürik asidin oluşması için vücutta azotlu bileşiklerin **katabolik reaksiyonlar**a uğraması gerekir. Oluşan bu ürünlerden amonyağın, vücuttan atılabilmesi için çok fazla suya ihtiyaç duyulur. Vücudun su kaybetmesi, homeostatik dengenin bozulmasına sebep olacağından amonyağın büyük bir kısmı karaciğerde üre ve biraz da ürik aside çevrilerek vücuttan atılır. İnsanda amonyağın bir kısmı, tuzların fazlası, su ve ilaç gibi maddeler, ana azotlu atık olan üre, idrar şeklinde böbreklerden atılır.

Bilgi Notu

Üre: Karaciğerde amonyağa karbondioksit katılımıyla sentezlenen azotlu organik bir bileşiktir. Memelilerin ve kurbağaların ana azotlu atığıdır. Amonyağa göre daha az zararlı olduğu, suda yüksek oranda çözünebildiği için vücuttan az su ile birlikte atılır.

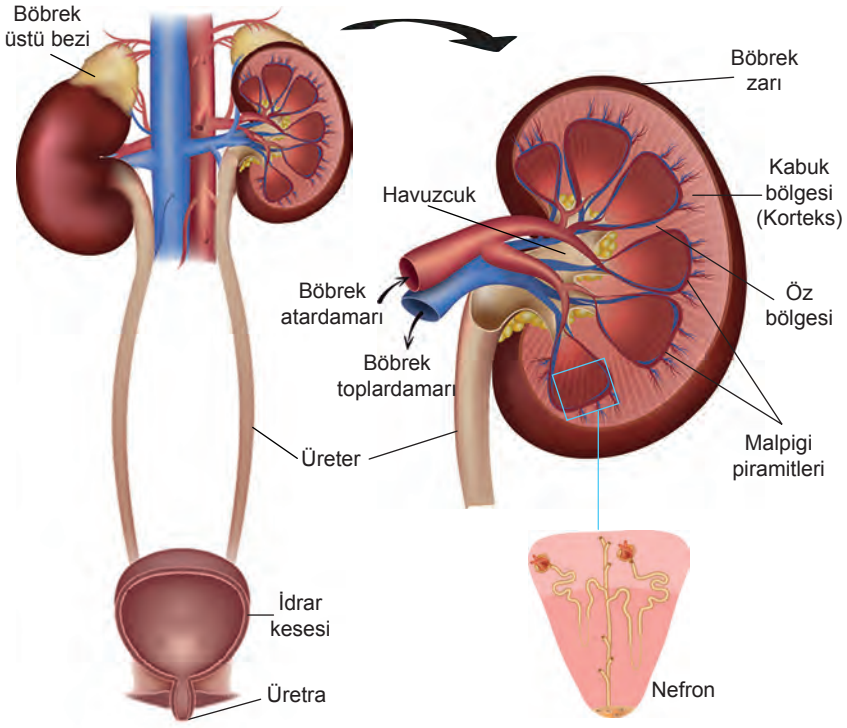
Bilgi Notu

Katabolik reaksiyonlar: Hayvansal hücrelerin dış ortamdan aldıkları küçük moleküllerden kendi yapılarında kullanabilecekleri yeni moleküller sentezlemesi olayına anabolizma denir. Anabolizma sonucu meydana gelen maddelerin sindirim ve solunum tepkimeleriyle yıkılmasına katabolizma denir.

UYARI !

Canlılarda azotlu boşaltım ürünlerinin zehirlilik oranı çoktan aza doğru; amonyak, üre, ürik asit şeklindedir. Bu atıkların vücuttan uzaklaştırılması için gerekli olan su miktarı çoktan aza amonyak, üre ve ürik asit şeklindedir. İnsanlarda azotlu atıkların üreye çevrilerek vücuttan uzaklaştırılması, su kaybını engelleyici bir adaptasyona örnektir.

İnsanda üriner sistem, boşaltım sistemi olarak da adlandırılır. Üriner sistem **böbrekler**, **idrar boşaltım kanalı** (üreter), **idrar kesesi** (mesane) ve **üretra**dan meydana gelir. Bu sistem; kan hacmi ve basıncının, kan plazmasındaki mineral ve iyonların yoğunluğunun, kanın pH'sinin ayarlanmasında rol oynar. Ayrıca azotlu atıkların vücuttan uzaklaştırılmasını ve alyuvar yapımını sağlar (Görsel 1.105).



Görsel 1.105: Üriner sistem organları

Böbrek, omurganın iki yanında, karın boşluğunun arka duvarında, bel hizasında yer alan bir çift boşaltım organıdır. Her iki böbreğin üst uçlarında piramit şeklinde endokrin bez olan **böbrek üstü bezleri** yer alır. Her böbrekten birer **üreter** çıkar ve idrar kesesine bağlanır. İdrar kesesinden çıkan kanala da **üretra** denir. Dişilerde boşaltım ve üreme kanalı açıklığı birbirinden ayrıdır, erkeklerde ise bu kanal açıklığı birleşiktir.

1.6.1. Böbreğin Yapısı

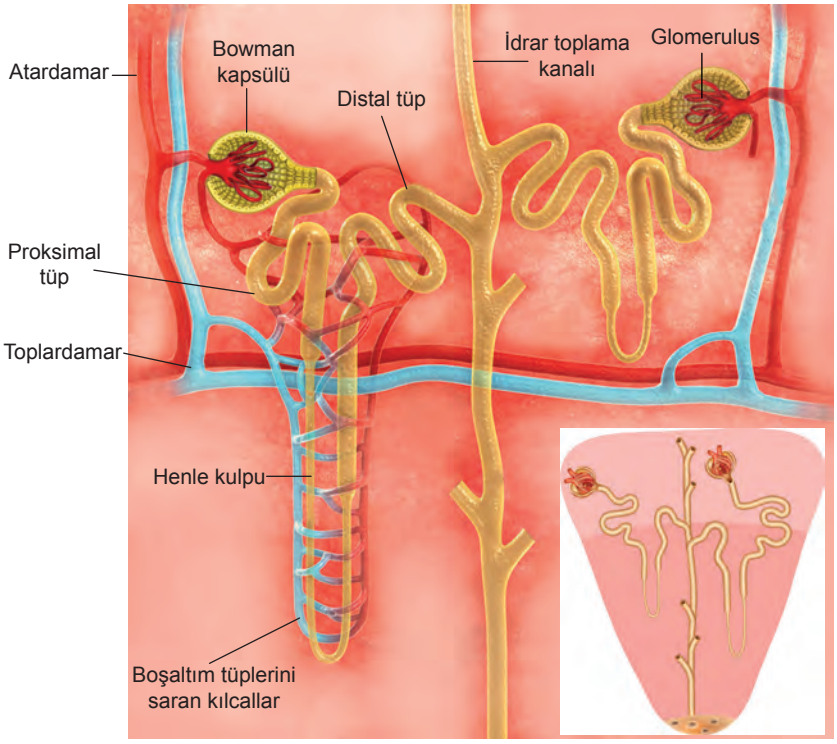
Böbreklerin üzeri ince bir zarla çevrilidir. Zarın dışında bir yağ kitlesi bulunmaktadır. Kan, aorttan gelerek doğrudan böbreğin ortadaki çukur kısmından **böbrek atardamarı** yoluyla böbreğe girer. Böbrek atardamarı, böbreğin iç ve dış kısımlarına kan götüren dallanmalar yapar.

Bilgi Notu

Böbrek atardamarı, metabolik atıklar bakımından kirli, oksijen yönüyle temiz kan taşır ve kanı böbreğe getirir. **Böbrek toplardamarı** ise, metabolik ürünler yönüyle temiz, karbondioksit bakımından kirli kan taşır.

Boyuna kesilerek incelendiğinde böbreğin dört tabakadan oluştuğu görülür. En üstte bağ doku yapısında **zar** bulunur. **Kabuk** (korteks) tabakasında **Malpighi cisimcikleri** yer alır. Malpigi cisimcikleri **glomerulus** ve **Bowman kapsülü**nden oluşur. **Öz bölgesi** (medulla), Malpighi cisimciklerinden çıkan boşaltım kanallarını içerir. Böbreğin çukur ve en iç kısmında yer alan boşluk **havuzcuk** (pelvis) adını alır ve Malpighi piramitlerinden süzülerek gelen idrar burada toplanır. Toplanan idrar üreter yoluyla böbrekten çıkarak mesaneye gider.

Böbreğin işlevsel ve en küçük yapısal birimi **nefron**dur (Görsel 1.106). İnsanda her böbrek yaklaşık 1 milyon nefron içermektedir. Nefronda üç tip olay gerçekleşir: Süzülme, geri emilim ve salgılama.

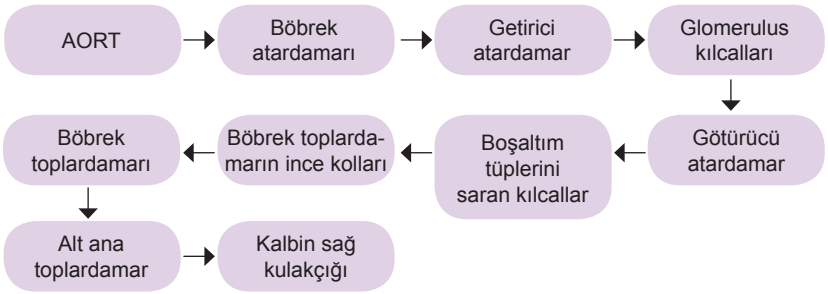


Görsel 1.106: Nefronun yapısı

Her nefron, **Malpighi cisimciği** ve **boşaltım tüpleri**nden oluşmuştur. Malpighi cisimciği, kılcal damar yumağı glomerulus ve yassı epitel hücrelerden oluşmuş **Bowman kapsülü**nden oluşmaktadır.

Bowman kapsülünden sonra **proksimal tüp**, **Henle kulpu**, **distal tüp** gelir. Distal tüp idrar toplama kanalına bağlanır. İdrar toplama kanalları böbreğin öz bölgesindeki Malpighi piramitlerden havuzcuğa açılır.

Böbreklerin her birine kan, aorttan ayrılan böbrek atardamarı ile gelir ve böbreğin içinde küçük atardamarlara ayrılır. Bunlar da glomerulus kılcal damarlarına ayrılır. Glomerulustan çıkan götürücü atardamar boşaltım tüplerini saran kılcallarla birleşerek böbrek toplardamarına bağlanır. Bu sırada böbrek hücreleri de kendi besin maddelerini alır. Böbreklerin her birinden birer toplardamar çıkar (Görsel 1.107).



Görsel 1.107: Kalpten çıkıp böbreğe gelen kanın kalbe geri dönünceye kadar izlediği yol

Glomerulus, kılcal kan damarı yumağı anlamına gelir. Kan, Malpighi cisimciğine getirici atardamarla gelir, götürücü atardamarla çıkar. Bu iki atardamar arasındaki kılcal damar ağına glomerulus denir. **Glomerulus kılcalları**ndaki yüksek kan basıncına dayanmak ve kan proteinlerinin ve hücrelerinin kılcallardan dışarı çıkışını engellemek için glomerulus kılcalları iki katlı yassı epitelden oluşmuştur. Glomerulustan Bowman kapsülüne doğru süzülme gerçekleşir.

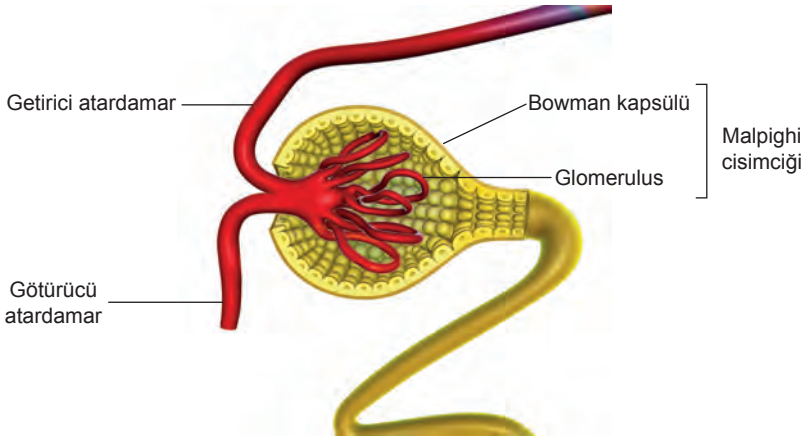
Bowman kapsülü, içi boş, ay çöreği şeklindeki yapıdır ve içindeki boşlukta glomerulus bulunur. Glomerulustan süzülen sıvı, hiçbir değişikliğe uğramadan doğrudan bowman kapsülüne geçer (Görsel 1.108).

Bilgi Notu

Glomerulus kılcalları, bazı yönleriyle doku kılcallarından farklılık gösterir:

- Glomerulus kılcallarında, doku kılcallarından farklı olarak madde alışverişi olmaz. Yüksek kan basıncından dolayı sadece madde çıkışı olur. Buna süzülme denir.
- Glomerulus kılcalları iki atardamar arasında yer alırken doku kılcalları atardamar ve toplardamar arasında yer alır.
- Glomerulus kılcallarında kan basıncı, doku kılcallarındakinin iki katıdır ve kılcal damar boyunca sabittir. Doku kılcallarında kan basıncı ise gittikçe azalır.

UYARI ! *Bowman kapsülüne geçen süzüntü sıvısı, doku sıvısına çok benzer. Süzüntü sıvısının içinde glikoz, amino asit, su, H^+, HCO_3^-, üre, mineral ve tuz gibi maddeler bulunmaktadır.*

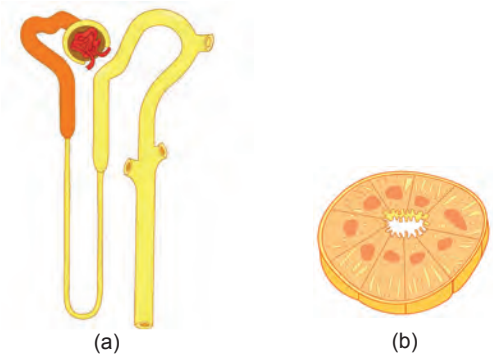


Görsel 1.108: Malpigi cisimciğinin yapısı

Malpighi cisimciğinin devamında boşaltım tüpleri yer alır. Boşaltım tüplerinde geri emilme ve salgılama olayları gerçekleşir.

Boşaltım tüpleri; proksimal tüp, Henle kulpu, distal tüp ve toplama kanalı olarak 4 kısımdan oluşur. Tüplerin etrafı kılcal damarlar ile sarılıdır.

Proksimal tüp, böbreğin kabuk bölgesine yerleşmiştir. Bu tüp, süzüntünün geldiği ilk kanaldır. Burada bulunan epitel hücrelerin metabolik aktiviteleri yüksektir. Yüksek aktiviteli metabolizmanın ihtiyaç duyduğu enerjiyi (ATP) karşılayabilmek için bu tüplerin hücrelerinde bol miktarda mitokondri bulunur. Ayrıca bu hücreler geri emilim yüzeyini arttırmak için proksimal tüpün iç kısmına bakan yüzeyde çok sayıda mikrovillus içerir. Geri emilme burada başlar. Geri emilme su için ozmozla, suyun dışındaki maddeler için maddenin özelliğine göre difüzyon, kolaylaştırılmış difüzyon ve aktif taşıma olayları ile gerçekleştirilir. Proksimal tüp epitel hücrelerinden, vücut pH dengesini sağlamak için H^+ iyonu ve süzüntünün asidik olmasını engellemek için amonyak birlikte atılır. Proksimal tüpte süzüntünün hacmi azalır (Görsel 1.109).

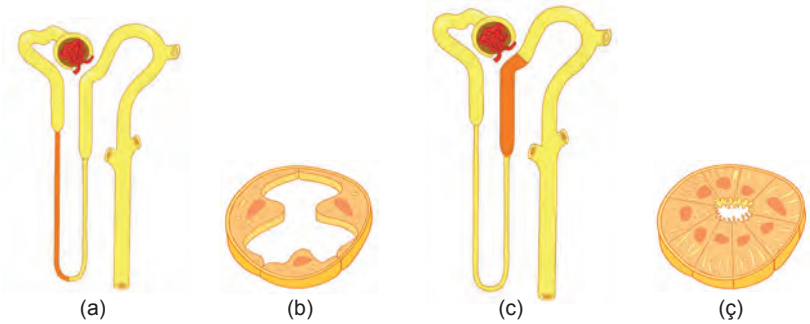


Görsel 1.109: Proksimal tüpün nefrondaki yeri (a) ve enine kesiti (b)

Araştıralım-Paylaşalım

Aşırı miktarda deniz suyu yutmuş bir insanın dolaşım ve boşaltım sisteminde oluşan tepki mekanizmalarını araştırıp sınıfınızda tartışınız.

Henle kulpu, proksimal tüpten sonra düzleşerek devam eden kısımdır. Henle kulpunun inen kolu, ince geçirgen hücrelerden oluşmuştur. Mikrovilllus içermeyen hücreleri az miktarda mitokondri içerir. Bu yüzden metabolik aktiviteleri düşüktür. Hücreler **aquaporin** (akuaporin) kanallları içerdiğinden su ozmozla geri emilir, bu yüzden nefrondaki sıvının ozmolaritesi (toplam çözünmüş madde konsantrasyonu) artar. Çıkan kolun kalın kısmındaki hücreler çok sayıda mitokondri içeren daha kalın yapılı hücrelerdir. Burada geri emilme devam eder. Suyun geri emilimi durmuştur ancak tuzun bir kısmı geri emilir. Geri emilme difüzyon ve aktif taşıma ile gerçekleşir. Henle kulpunun çıkan kolunun alt kısmı ince, distal tüpe yakın kısmı kalın yapılıdır. Henle kulpunun çıkan kolunda iyon kanalları olmasına rağmen su kanalları yoktur. Bu yüzden suya karşı geçirgen değildir. Henle kulpunun çıkan kolunda metabolik aktivitesi yüksek epitel hücreler bulunur (Görsel 1.110).



Görsel 1.110: Henle kulpunun inen kolunun ince kısmı(a) ve hücre yapısı (b); çıkan kolun kalın kısmı (c) ve hücre yapısı (ç)

Bilgi Notu

Aquaporin: Hücre zarlarında, zar boyunca su moleküllerinin hızlı geçişini sağlayan protein yapılı kanallardır. ADH böbrekte suyun geri emilimini sağlar. Su geri emilimi aquaporinler tarafından gerçekleştirilir. ADH'nin hücre zarındaki reseptör moleküllere bağlanması, böbrek hücrelerinin zarındaki aquaporin proteinlerinin sayısının geçici olarak artmasına yol açar. İlave kanallar, daha fazla suyu emerek idrar hacmini azaltır.

ADH üretimini önleyen ya da ADH reseptör genini etkisiz hâle getiren mutasyonlar, hücredeki kanal sayısını azaltır. Hücrenin ADH cevabını engeller. Ortaya çıkan bu bozukluk aşırı su kaybına yol açarak çok miktarda seyreltik idrar oluşumuna neden olur. Bu belirtiler *Diabetes insipidus* (Yunancada "geçip gitmek" ve "tatsız" anlamında kullanılır.) hastalığına aittir. Bu hastalık şekersiz şeker hastalığı olarak da isimlendirilir.

Bilgi Notu

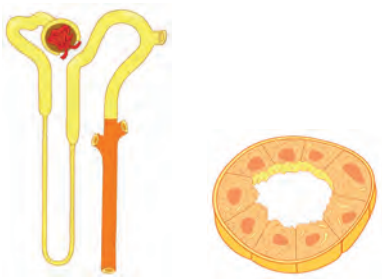
Salgılama: Glomerulustan Bowman kapsülüne süzülmemiş zararlı maddeler, fazla iyonlar gibi atıkların vücut sıvılarından alınarak boşaltım tüplerine (proksimal ve distal tüpler, Henle kulpu) bırakılmasıdır.

Distal tüp, Henle kulpundan sonraki tüptür. Proksimal tüpteki hücrelerden daha kısa olan hücreleri belirgin sitoplazmik uzantı içermez. Geri emilim ve **salgılama** olayları gerçekleşir. Distal tüpün iki tip hücresi vardır. Birinci tip hücresi hipofiz bezinden salgılanan ADH etkisiyle suyun geri emilimini ve böbrek üstü bezlerden salgılanan aldosteron hormonu etkisiyle Na^+ un geri emilimini K^+ un atılmasını sağlar. İkinci tip hücresi, H^+ iyonu salgılayıp HCO_3^- i geri emerek pH dengesinin ayarlanmasını sağlar (Görsel 1.111).

Görsel 1.111: Distal tüpün ilk kısmı(a) ve hücre yapısı (b); son kısmı (c) ve hücre yapısı (ç)

UYARI ! *Her glomerulustan çıkan götürücü atardamar farklı nefronlara kan sağlayan çok sayıda kılcal damara ayrılır. Bu sayede her nefron sadece kendine ait götürücü atardamardan kan almamış olur.*

İdrar toplama kanalı, epitel hücreleri az mitokondri içeren düz yüzeyli hücrelerdir. ADH hormonu etkisiyle suyun geri emilimi devam eder. Süzüntüdeki ürenin bir kısmı burada geri emilir. Sodyumun geri emilimi aktif taşımayla burada tamamlanır (Görsel 1.112).



Görsel 1.112: İdrar toplama kanalının nefrondaki yeri (a) ve hücreleri (b)

1.6.2. Nefronun İşlevi ve İdrar Oluşumu

Kanda yer alan çeşitli maddelerden idrar oluşumu sırasında nefronlarda **süzülme**, **geri emilme** ve **salgılama** adı verilen üç işlem gerçekleşir. Bu işlemlerin her biri, vücudun ihtiyaçlarına göre düzenlenir. Örneğin vücutta fazla miktarda sodyum olduğu zaman sodyumun az bir kısmı geri emilerek idrarla atılır. Böylece fazla sodyum vücuttan uzaklaştırılmış olur.

Bilgi Notu

Süzülme: Süzülme hızının yüksek olmasının avantajı, vücut sıvılarının her gün defalarca böbrek tarafından filtre edilmesini sağlamaktır. Bütün kan plazma hacminin 3 litre, süzülmenin ise 180 litre/gün olması demek böbreklerin her gün bütün plazmayı 60 kez işlemden geçirdiğini gösterir. Bu sayede böbrekler, vücut sıvılarının hacmini ve bileşimini kontrol altında tutar.

Süzülme

Süzülme, kan basıncı ve difüzyon etkisi ile kan plazmasındaki küçük moleküllerin glomerulus kılcallarından Bowman kapsülüne geçmesidir. İdrar oluşumu bu olayla başlar. Süzüntüde glikoz, amino asit, vitaminler, mineraller ve tuzlar, su, azotlu (üre, ürik asit, kreatin, NH_3) atıklar bulunur.

UYARI ! *Glomerulusta gerçekleşen süzülme, atardamarların kan basıncı kullanılarak gerçekleştiğinden ATP harcanmaz. Süzülme ile kan proteinleri (albümin, globülin, fibrinojen vb.), kan hücreleri (alyuvar, akyuvar, trombositler) ve yağ molekülleri Bowman kapsülüne geçemez.*

İdrar süzülme hızı, glomerulustaki kan basıncı dışında Bowman kapsülü hidrostatik basıncından da etkilenir. Hidrostatik basınç Bowman kapsülünden glomerulus kılcallarına doğru sıvı itilmesini sağlayan sıvı basıncıdır. Bowman kapsülünde hidrostatik basınç artışı süzülmeyi azaltırken basıncın azalması süzülmeyi hızlandırır. İdrar yollarında tıkanma ile sonuçlanan bazı patolojik durumlarda Bowman kapsülü basıncı artarak süzülmenin azalmasına neden olur. Bu duruma, kalsiyum veya ürik asidin çökelmesi sonucu oluşan taşların idrar kanalını tıkayıp Bowman kapsülü basıncını arttırması örnek verilebilir. Tedavi edilmezse süzülmeyi azaltarak böbreğe zarar verebilir.

UYARI ! *Süzülme hızı; kan basıncı, adrenalin ve tiroksin hormonlarının salgılanması, kanın yoğunluğunun yanında ortam sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenir. Örneğin soğuk havalarda daralan kılcal damarlarda kan basıncı arttığından süzülme hızlanır ve oluşturulan idrar miktarı artar.*

Geri Emilme

Bowman kapsülüne süzülmüş sıvı içerisinde zararlı maddelerin yanında vücut için yararlı birçok madde (su, glikoz, amino asit, vb.) geçer. Bu yararlı maddelerin hepsinin doğruca böbreklerden idrarla atılması canlıda homeostaziyi olumsuz etkileyecek, hatta yararlı maddelerin pek çoğunun atılmasından kaynaklanan ölüme sebebiyet verebilecektir. Bu nedenle yararlı maddeler, vücudun ihtiyacını karşılamak için aktif taşıma veya pasif taşımayla nefron kanalında bulunan epitel hücreler tarafından geri emilir. Buradan boşaltım tüplerini saran kılcallara geçer. Geri emilme nefrondan kana doğrudur. Tüpün içinden akan sıvı ile tüpleri saran kılcalların içinden akan kanın akış yönü birbirine terstir. Bu durum geri emilimi arttırıcı yönde etki eder.

Böbrek tüplerinde geri emilim, sırasıyla şu şekilde gerçekleşir:

a) Proksimal tüpte geri emilim: Böbreğin korteks tabakasında bulunan proksimal tüpten, süzüntüdeki su, sodyum klorür (NaCl), bikarbonat (HCO_3^-) ve potasyumun (K^+) bir kısmı, glikoz ve amino asitlerin tamamı geri emilir. Geri emilen bikarbonat sayesinde vücut sıvılarının pH dengesi korunur. Glikoz, amino asit ve Na^+ aktif taşımayla; HCO_3^- ve K^+difüzyonla, H_2O ozmozla geri emilir. Proksimal tüpte gerçekleşen tüm bu geri emilime rağmen burada bulunan sıvının toplam ozmolaritesi (toplam çözünmüş madde konsantrasyonu) değişmez. Proksimal tüpte sodyum geri emilimi fazla olduğu hâlde, suya geçirgenliğinin de fazla olması ve suyun sodyumla birlikte geri emilmesi sayesinde sodyum konsantrasyonu sabit kalır. Bikarbonat iyonları, glikoz ve amino asitler suya oranla daha fazla geri emildiğinden bu maddelerin konsantrasyonları, proksimal tüp boyunca azalır. **Kreatinin** gibi aktif olarak geri emilemeyen maddelerin konsantrasyonları proksimal tüp boyunca artar. Süzüntünün hacmi azalır fakat toplam ozmolaritesi değişmez.

b) Henle kulpunun inen kolunda geri emilim: Suyun geri emilimi burada devam eder. Henle kulpunun etrafındaki doku sıvısının ozmotik basıncı yüksek olduğundan buradan doku sıvısına ozmozla su geçer.

Bilgi Notu

Kreatinin: Kasların enerji metabolizmasında rol oynayan, yüksek enerjili fosfat bileşiklerinden olan kreatin fosfatın parçalanması sonucu ortaya çıkan azotlu bir atıktır. Bu molekül böbreklerden atıldığı için böbrek rahatsızlıklarının tespitinde kullanılan en önemli analiz parametresidir.

Fakat tuz ve çözünmüş diğer küçük maddeler için kanal bulunmadığı için tuz ve çözünmüş maddelere geçirgenlik düşüktür. Süzülen sıvının %20'si henle kulpundan geri emilir. Bu emilimin neredeyse tamamı inen kolda gerçekleşir. Süzüntü burada su kaybettiğinden çözünmüş madde konsantrasyonu artar. Konsantrasyonun en yüksek olduğu kısım, henle kulpunun dirsek kısmıdır.

c) **Henle kulpunun çıkan kolunda geri emilim:** Henle kulpunun çıkan kolunda, sodyum klorür ve potasyumun aktif olarak geri emilimi sağlanır. Kalsiyum, magnezyum, bikarbonat gibi iyonların önemli miktarları burada geri emilir. Henlenin çıkan kolu suya karşı geçirgen değildir. Bunun sonucunda süzülen maddelerin geri emilimi devam ederken suyun Henle kulpunda kalması distal tüpe doğru akan süzüntünün giderek seyreltik olmasına sebep olur.

UYARI ! *Çevresindeki doku sıvısına göre proksimal tüp ve distal tüpün son kısmındaki sıvı içeriği izotoniktir, Henle kulpunun dirsek kısmı hipertonik, çıkan kolunun son kısmı ise hipotoniktir.*

ç) **Distal tüpte geri emilim:** Bu kısımda suyun geri emilimi devam eder. Sodyum klorür, kalsiyum, magnezyum, bikarbonat geri emilir. Böbrek üstü bezinin kabuk bölümünden salgılanan **aldosteron** hormonu sayesinde, distal tüpe K^+ salgılanır, Na^+ geri emilir. Böylece vücut sıvılarının K^+ ve Na^+ konsantrasyonlarının ayarlanması sağlanır. Distal tüpte su geri emilimi, hipofiz bezinin arka lobundan salgılanan **antidiüretik hormon** (ADH) tarafından kontrol edilir. Yüksek ADH düzeyinde tüpün bu bölümü suya karşı geçirgendir. ADH yokluğunda ise suya geçirgenlik azalır. Bu özellik idrarın seyreltilmesi veya yoğunlaştırılmasında önemlidir. Ca^{+2} geri emilimi, D vitamini etkisiyle gerçekleşir. Distal tüp boşluğunda, kontrollü olarak H^+ iyonu salgılanması ve bikarbonat iyonunun geri emilimi, vücut sıvılarının pH değerinin düzenlenmesine katkı sağlar.

UYARI ! *Alkol alınması ADH salınımını önler. Bu durum su geri emilimini azaltarak çok miktarda su kaybına neden olur ve idrara çıkma sıklığını artırır.*

d) **İdrar toplama kanalında geri emilim:** Süzüntünün havuzcuğa taşınmasını sağlayan kanaldır. Süzüntü, nefronda ve idrar toplama kanalında işlenerek idrara dönüşür. O yüzden bu kısım, idrarı işleyen son yer olması nedeniyle idrarla atılacak çözünür maddelerin, vücut dokularına geri emilecek maddelerin ve su miktarının ayarlanmasında çok önemli rol oynar. Süzüntü, toplama kanalının epitel hücreleri boyunca ilerlerken taşıma ve geçirgenlik, hormonlarla kontrol edilerek idrar yoğunluğu ayarlanır. Ozmotik basıncı yüksek olan doku sıvısına, toplama kanalından ozmozla su geçişi olur. Suya geçirgenlik ADH düzeyi ile kontrol edilir. Toplama kanalı, öz bölgesinde üreye geçirgendir. Kanalda üre yoğunluğu yüksek olduğundan ürenin bir kısmı difüzyonla doku sıvısına oradan da kana geçer (geri emilir). Tuzların geri emilimi aktif taşımayla gerçekleşir. Böylece doku sıvısındaki yoğunluk artar. Toplayıcı kanal epitel hücreleri buraya H^+ iyonu salgılayarak asit-baz düzenlenmesine katkıda bulunur. Böbrekte gerçekleşen tüm bu işlemler homeostazinin korunması için oldukça önemlidir.

UYARI ! *Sağlıklı bir insanda glikoz ve amino asitin tümü aktif taşımayla proksimal tüpte geri emilir. İdrar toplama kanalında difüzyonla bir miktar üre geri emilir.*

Hatırlatma

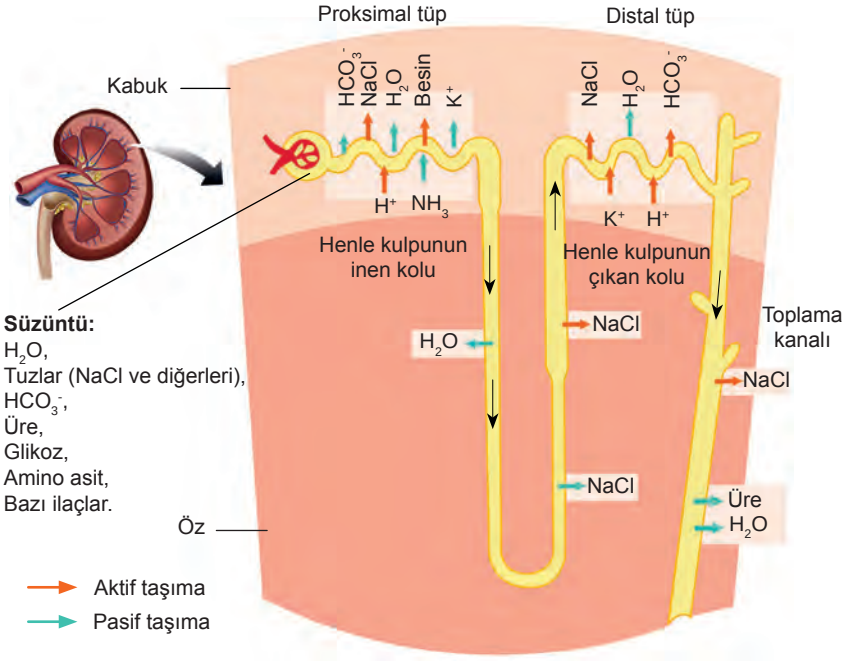
9. sınıf biyoloji dersi "Hücre Zarında Madde Taşınması" konusundaki difüzyon, ozmoz, aktif taşıma, hipotonik, izotonik ve hipertonik kavramlarını hatırlamanız öğrenmenizi kolaylaştıracaktır.

Salgılama (Sekresyon)

Penisilin gibi bazı ilaçlar, besin yoluyla alınan gıda boyaları ve zehirli maddeler, NH_3, H^+ iyonu gibi maddeler salgılanarak atılır. H^+ iyonunun süzüntüye salgılanması, idrar pH'sini düşürerek asitliğini arttırır.

Proksimal tüp hücreleri, tüp boşluğuna H^+ iyonları salgılar. Aynı zamanda H^+ iyonlarını yakalayıp tampon görevi görmesi için sentezlediği amonyağı (NH_3) aynı yere salgılar. Amonyak, H^+ iyonlarını yakalayıp amonyum (NH_4) hâline gelir. Süzüntünün asitliği arttıkça daha fazla NH_3 salgılanır. İlaçlar, metabolizma son ürünleri, toksinler tüpe verilerek kanın bu maddelerden temizlenmesi sağlanır.

Distal tüpteki süzüntüye, salgılama yöntemiyle bazı ilaçlar, metabolik atıklar gibi çeşitli maddeler geçer ve bu maddeler idrarla vücuttan uzaklaştırılır. Bu bölüm üreye geçirgen değildir. Buraya ulaşan süzüntü toplama kanalına geçer (Görsel 1.113).



Görsel 1.113: Nefronda süzülme, geri emilim ve salgılama olayları

Bir çift böbrekten günde yaklaşık 1600 litre kan geçer. Bu, vücuttaki toplam kan miktarının 300 katıdır. Nefronlar ve toplama kanalları başlangıçtaki süzüntünün yaklaşık 180 litresini işler. Glikoz, amino asit, vitaminler ve diğer organik besin maddelerinin neredeyse tamamı, suyun %99'u geri emilir. Oluşan günlük idrar 1,5 litre kadardır. Süzüntü, toplama kanalından çıktıktan sonra böbreğin havuzcuk bölgesinde idrar olarak toplanır. Buradaki idrar, yoğun ve kana oranla hipertoniktir. Buradan üreter ile idrar kesesine (mesane) iletilir. Mesane otonom sinirler tarafından kontrol edilir. İdrar kesesindeki idrar miktarı, belirli bir değere ulaşınca üretrayla dışarı atılır.

Araştıralım-Paylaşalım

Kan basıncını yükselten nedenleri araştırarak boşaltım ve dolaşım sistemi üzerindeki etkilerini sunum hâline getirip sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

İdrarın yapısında; üre ve diğer azotlu atıklar (ürik asit, amonyak, kreatinin), bazı iyonlar, hormonlar, B ve C vitaminleri bulunur. İşeme; orta beyin, omurilik ve omurilik soğanı tarafından kontrol edilir.

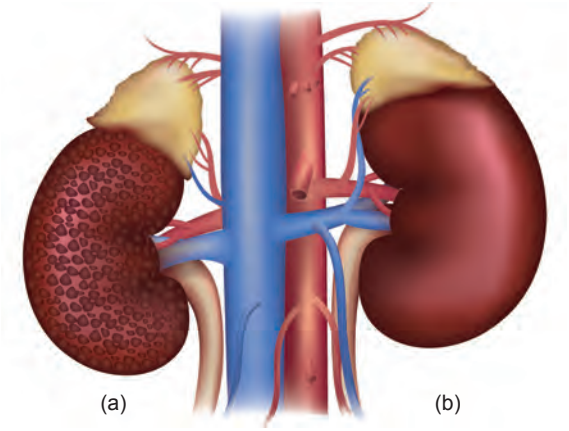
Böbrek işlevlerinde bozulma meydana gelirse dokular arası sıvının içeriği ve pH dengesi bozulur. Bu durum canlının yaşamını tehlikeye sokar. Boşaltım sistemi dışında akciğerler ve deri de boşaltıma yardımcı olarak homeostaziye katkı sağlar. Akciğerler, solunum sırasında üretilen CO_2'in atılmasını sağlayarak kan pH'sini dengede tutmada böbreklere yardımcı olur. Deri, idrarın bileşimine benzer olan ürettiği terle deriden su buharlaşması sonucu vücut ısının düşürülmesine ve boşaltıma yardımcı olur. Sistemler arası iş birliği, homeostazinin sürdürülebilirliğini sağlamış olur.

1.6.3. Böbreğin Görevleri

İnsanda homeostazinin korunmasını sağlayan böbreğin görevleri şu şekilde sıralanabilir:

1. **Vücutta su oranını düzenleme:** Kişinin yeme içme alışkanlıkları, kanın su ve mineral dengesini etkiler. Alınan su miktarı ile atılan miktarın tam uyumu homeostazinin devamı için oldukça önemlidir. Vücuda fazla su alındığında böbrekler seyreltik idrar oluştururken, su azlığında ADH etkisiyle idrar miktarı azalır, az ve yoğun idrar oluşur.

   Diabetes mellitus (şeker hastalığı) olan bir insanın kanında bulunması gerekenden fazla glikoz bulunur. Bu glikozun fazlası idrarla atılır. Bu atım sırasında su kaybedilir. Birey sıvı kaybını tamamlamak için çok su içer, sık idrara çıkar. İdrarda glikoz olması, açlık durumunda bile kan şekerinin yüksek olması, buna bağlı olarak sık idrara çıkma durumları şeker hastalığının tipik belirtileridir (Görsel 1.114).



Görsel 1.114: Diyabetik böbrek (a), sağlıklı böbrek (b)

2. **Tuz ve elektrolit dengesini düzenleme:** Böbrekler Na^+, Cl^-, K^+, HCO_3^- gibi elektrolitlerin dengelenerek, hücre dışı sıvı hacminin ve kan basıncının düzenlenmesinin sağlanmasında görev alır. Na^+ emilimi, K^+ atılımında aldosteron hormonunun etkisi vardır. Bu hormon yardımı ile iyon dengesi düzenlenir, iç ortamın kararlılığının korunmasına katkı sağlanır. Aşırı tuzlu yiyeceklerin yenmesi, böbreklerden daha fazla tuz atılımına neden olur.

Deniz suyu yutan bir insanın yuttuğu su miktarı belli bir değerin üzerinde ise hücreler su kaybeder ve ölür. Böbreklerimiz yaklaşık %2 oranında tuz atabilir. Deniz suyundaki tuz oranı %3, kandaki tuz oranı ise %1'dir. Bu durumda alınan tuz miktarı fazla olduğundan hücrelerdeki ve hücreler arasındaki su, kana geçer. Kanın hacmi ve basıncı artar. Oransal olarak deniz suyunun her litresi için dokular 0,5 litre oranında su kaybeder. Bu durum bireyin ölümüne yol açar.

3. **pH değerinin düzenlenmesi:** İnsan kanının pH'si 7,4'tür. Bu değerdeki küçük sapmalar ölüme neden olabildiğinden bu değerin sabit tutulması görevini, böbrek ve akciğerler üstlenmiştir.

   Kanın pH'si değiştiğinde böbreklerden H^+, NH_3 gibi tampon maddeler salgılanarak pH dengesinin normale dönmesi sağlanır.

   Protein metabolizması sırasında oluşan sülfürik asit ve fosforik asit gibi asitler sadece böbrekler tarafından vücuttan uzaklaştırılır.

4. **Metabolik atıkların uzaklaştırılması:** Proteinlerin yıkımı ile açığa çıkan üre, nükleik asitlerin yıkımı ile açığa çıkan ürik asit ve kasta kreatin fosfatın yıkımı ile oluşan kreatininin vücuttan uzaklaştırılması böbrekler sayesinde olur.

   Ayrıca yaşlı alyuvarların yıkım ürünleri (bilirübin) ve bazı toksik maddeler de böbrekler aracılığı ile vücuttan uzaklaştırılır.

5. **Zararlı kimyasalların vücuttan uzaklaştırılması:** Yabancı kimyasal madde olan ilaçlar, gıda boyanmasında ve korunmasında kullanılan katkı maddeleri ve tarım ilaçları böbrekler yardımıyla vücuttan uzaklaştırılır.

6. **Alyuvar yapımı:** Böbrek epitel hücreleri **eritropoietin** hormonu salgılar. Bu hormon, kemik iliğini etkileyerek alyuvar yapımını sağlar. Eritropoietinin yaklaşık %85'i böbreklerden, %15'i karaciğerden dolaşıma verilir. Böbrek rahatsızlıkları esnasında karaciğer, eritropoietin ihtiyacını karşılayamaz. Bu durum kansızlık (anemi) gelişimine neden olur.

7. **Glikoz sentezi:** Uzun süren açlık durumunda böbrekler amino asit ve diğer bazı öncül maddelerden glikoz üreterek kana verir. Uzun süreli açlıklarda kana verilen glikozun verimi, karaciğerin kana verdiği glikoz verimine yakındır.

8. **Atardamar basıncının düzenlenmesi:** Böbrekler değişken miktarlarda su ve sodyumu atarak uzun süreli kan basıncının düzenlenmesinde etkin rol oynar.

9. **İnaktif D vitamininin, aktif D vitaminine dönüştürülmesi:** Besinlerden alınan ya da güneş ışınları yardımıyla deride sentezlenen inaktif D vitamini, karaciğerin ardından böbreklerde aktif D vitaminine dönüştürülür. Aktif D vitamini kemiklerde kalsiyum birikimi ve sindirim kanalında kalsiyum emilimi için gereklidir.

Bilgi Notu

Eritropoietin, salınımının esas uyarıcısı vücuttaki oksijen yetersizliğidir. Ancak androjenler de eritropoietin salınımını uyarır.

Araştıralım-Paylaşalım

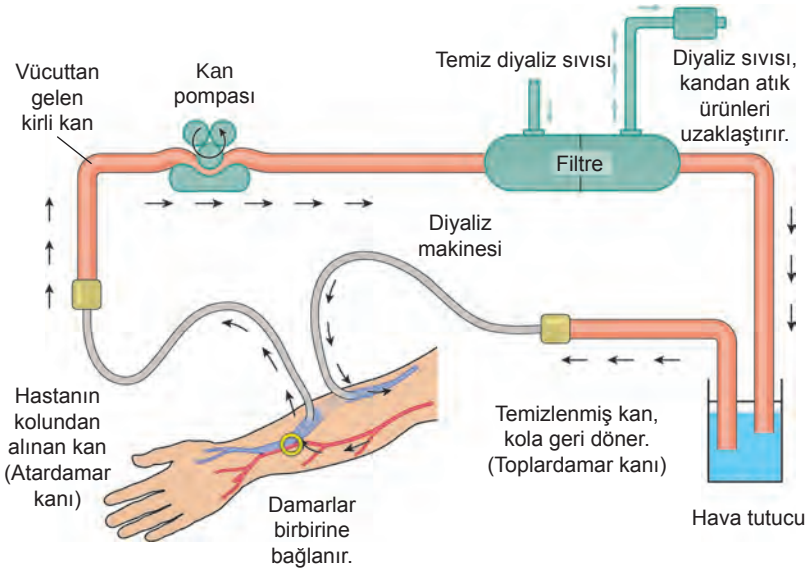
Hastanelerde yaptırılan tam idrar tahlili örneği üzerinden böbreğin insan vücudunun sağlığı ile ilgili etkilerini sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

UYARI ! *Böbrekte ADH ve aldosteron hormonlarının etkisi homeostaziye katkı sağlar.*

1.6.4. Üriner Sistem Rahatsızlıkları ve Sağlığının Korunması

Böbrek hastalıkları, dünyada birçok ülkede yaygın olarak görülür ve bazı ciddi durumlarda insan ölümlerine yol açabilir. Genel olarak böbrek rahatsızlıkları, akut böbrek hasarı ve kronik böbrek hastalığı olarak incelenir. Akut böbrek hasarı, böbrek fonksiyonlarının birkaç gün içinde hızlıca kaybolması ile ortaya çıkar. Şiddetli akut böbrek hasarı için **akut böbrek yetmezliği** tabiri kullanılır. Böbrekler, kısmen ya da tamamen çalışamaz hâle gelir. Uzun süren ishal ve sıvı alamama durumu, ani ve çok kan kayıpları, uzun süren kusmalar akut böbrek yetmezliğine sebep olabilir. Akut böbrek yetmezliği sonucu kanda ve hücre dışı sıvısında su, metabolik atıklar ve elektrolitler birikir. Bu durum, bu bölgelerde su ve tuz miktarının artması sonucu **ödeme** ve **hipertansiyona** neden olur. Bu hastaların vücudunda potasyum tutulması tehlikeli bir durumdur. Çünkü kan plazmasındaki potasyum konsantrasyonu, normalin iki katı kadar artarsa öldürücü olabilir. Bu hastalarda diyaliz ile böbrek işlevleri normale döndürülmezse hasta 8-14 gün içinde kaybedilir. **Kronik böbrek hastalığı** ise, zamanla nefronlarda gelişen işlev kaybı nedeniyle tüm böbrek işlevlerinin azalmasıdır.

Akut veya kronik olarak gelişen böbrek işlevlerinin kaybını tedavi edebilmek için hastalara **böbrek nakli** uygulanabilir veya hastalar **diyaliz** yoluyla tedavi edilebilir. Uygun dokuya sahip beyin ölümü gerçekleşen kişiden (kadavra) veya canlı vericiden alınan böbreğin, hastaya nakledilmesi böbrek işlevini düzeltebilir. Nakil yapılan hastalar doku reddi ve nakledilen böbreğin kaybını önlemek için tedavi görürler. Böbrek nakli başarılı bir tedavi şekli olmasına karşın uygun böbreğin bulunması zaman alabilmektedir. Bu nedenle doku ve organ bağışı konusunda toplumsal duyarlılığın artması gerekmektedir.



Görsel 1.115: Diyalizin işleyiş mekanizması

Diyaliz, böbrek hastası bireyin kanının özel işlemden geçirilerek temizlenmesi ve temizlenen kanın bireye geri verilmesidir. İnce, yarı geçirgen zarla birbirine bağlı olan kanallardan kan geçirilir. Diyaliz makinesinde, zarın dışındaki kanda istenmeyen maddelerin difüzyonla geçtiği diyaliz sıvısı bulunur (Görsel 1.115).

Kan hücreleri ve plazmadaki proteinler hariç diğer maddeler plazmadan diyaliz sıvısına veya diyaliz sıvısından plazmaya geçebilir. Diyaliz sıvısında kandan atılmak istenen maddelerin derişimleri düşük tutulur veya bu sıvı içerisinde bulundurulmazlar. Bu sayede uzaklaştırılmak istenen maddeler difüzyonla diyaliz sıvısına geçer. Bu geçiş, çözünmüş maddenin iki çözelti arasındaki konsantrasyon farkına bağlıdır. Diyaliz ile kan plazmasındaki üre, genellikle 100-225 ml/dak oranında temizlenir. Bu durum, ürenin atılması için iki sağlıklı böbreğin birlikte çalışması ile karşılaştırıldığında diyalizin, iki katı kadar hızlı çalıştığını gösterir. Diyalizden sonra hastaların kendisini yorgun hissetmesinin sebebi budur (Görsel 1.115).

Boşaltım kanalında görülen diğer bir rahatsızlık, **böbrek taşı** oluşumudur. İdrarla dışarı atılması gereken çözünmüş inorganik maddeler böbreğin işlevini yapamaması sonucu çökebilir. Böbrek taşları oluşur. Bu taşlar, vücuttan atılabilir veya boşaltım kanalını tıkayabilirler. Birkaç gün veya haftalar süren tıkanmalara müdahale edilmezse böbrek hasarı gelişebilir. Bazı kişilerde taş oluşumu, kalıtsal olarak görülmektedir. Böbrek taşları, çok şiddetli ağrılara neden olur. Böbrek taşları günümüzde şok dalgaları yardımıyla kırılabilmektedir. Bol su içmek tedaviye yardımcı olur.

Gut; ürik asidin eklemler, böbrekler ve diğer dokularda birikerek kan ve idrardaki seviyesinin yükselmesiyle ortaya çıkan bir hastalıktır. Eklemlerde tekrarlayan ağrı ataklarıyla karakterize olmuştur. Kan ve idrardaki ürik asit birikiminin nedeni, ilgili enzimlerin bozulması veya böbrek rahatsızlıklarıdır. Aşırı miktarda kırmızı et tüketen kişilerde ürik asit düzeyi yükseldiği için gut hastalığına yakalanma riski artar.

Araştıralım-Paylaşalım

Böbrek taşlarının oluşum nedenlerini, oluşumuna karşı alınacak önlemleri ve oluşmuş taşların tedavi yöntemlerini araştırınız. Bulgularınızı, sunum hazırlayarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Üremi; protein metabolizması nedeniyle açığa çıkan üre, ürik asit, kreatinin gibi azotlu bileşiklerin vücut sıvılarında konsantrasyonlarının artması durumudur. Normal protein metabolizmasının devamlılığı için bu maddelerin vücuttan uzaklaştırılması gerekir. Üremi iştahsızlık, ağızda kötü tat ve koku, bulantı, kusma, yüksek tansiyon şeklinde belirtiler verir.

İdrar yolu enfeksiyonu; idrar yolundan mesaneye kadar ulaşan, çoğunlukla *E. coli* bakterisinin sebep olduğu enfeksiyonlardır. Belirti olarak; sık idrara çıkma, idrar sırasında ve sonrasında yanma hissi görülür. Enfeksiyonun sadece mesanede görülmesi "**sistit**" olarak adlandırılır. Tedavi sırasında kullanılan antibiyotiklere karşı direnç oluşumunun önlenmesi önemlidir.

Böbrekte meydana gelen yapısal veya işlevsel bir bozukluk pek çok hastalığa davetiye çıkarır. Bu yüzden böbreğimizin ve üriner sisteminin sağlığını korumak için aşağıdakilere dikkat edilmelidir:

- Günlük yeterli su alımına dikkat edilmelidir.
- Doktor tavsiyesi olmadan bilinçsiz şekilde ilaç kullanılmamalıdır.
- Böbrek taşlarının oluşumunu engellemek için, tüketilen besin çeşitlerine dikkat edilmeli ve idrar uzun süre tutulmamalıdır.
- Kalıcı böbrek rahatsızlıklarına neden olabilen diş çürükleri ve enfeksiyonlu hastalıklar, zamanında tedavi edilmelidir.
- Boşaltımda etkili olan derideki gözeneklerin tıkanmaması için kişisel temizliğe önem verilerek düzenli banyo yapılmalıdır.
- Düzenli egzersiz yapılmalı ve boşaltım organları soğuktan korunmalıdır.

Deney 8

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler — **Çalışmanın Yapıldığı Tarih**

Çalışmanın Adı

Böbrek diseksiyonu

Çalışmanın Amacı

Memeli böbreğinin yapısının incelenmesi ve böbreğin anatomisiyle işlevinin öğrenilmesi

Malzeme ve Materyaller

- Koyun ya da dana böbreği
- Diseksiyon (Ameliyat) küveti
- Bisturi
- Ameliyat makası
- Steril eldiven
- Pens
- Not defteri

Etkinliğin Yapılışı

- Böbreği diseksiyon küvetine alarak iç ve dış yapısını, ağırlığını, böbreğe giren çıkan damarları ve üreter kanalını inceleyiniz.
- Bisturi kullanarak böbreğin dış kısmındaki yağı temizleyiniz. Böbrek zarını da gözlemleyip bu zarı da çıkarınız.
- Bisturi kullanarak üretere paralel olacak şekilde böbreği ortadan ikiye kesiniz.
- Açtığınız böbreğin iç kısmındaki renk farklılıklarını da göz önünde bulundurarak böbreğin kısımlarını sıralayınız.

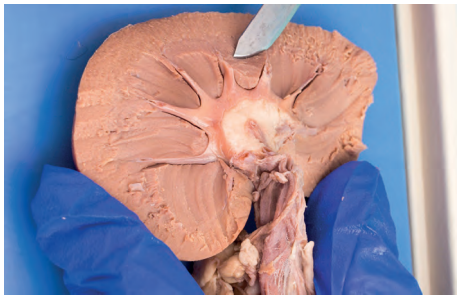
Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması

1. Böbreğin dıştan içe doğru kısımlarını sıralayınız. Bu kısımları böbreğin işlevleriyle eşleştiriniz.
2. Böbreğe giren ve çıkan damarları söyleyiniz. Bu iki damarın içeriklerini karşılaştırınız. Bu içeriklerin değişmesinde böbreğin hangi kısımları ne şekilde etkili olur?
3. Glomerulus ve boşaltım tüpleri böbreğin hangi bölgelerinde bulunur?
4. Suyun geri emilimi böbreğin en çok hangi bölgesinde gerçekleşir?
5. Ürenin taşınması sırasında izlediği yolu söyleyiniz. Üre en son nereye iletilir?

Kaynak

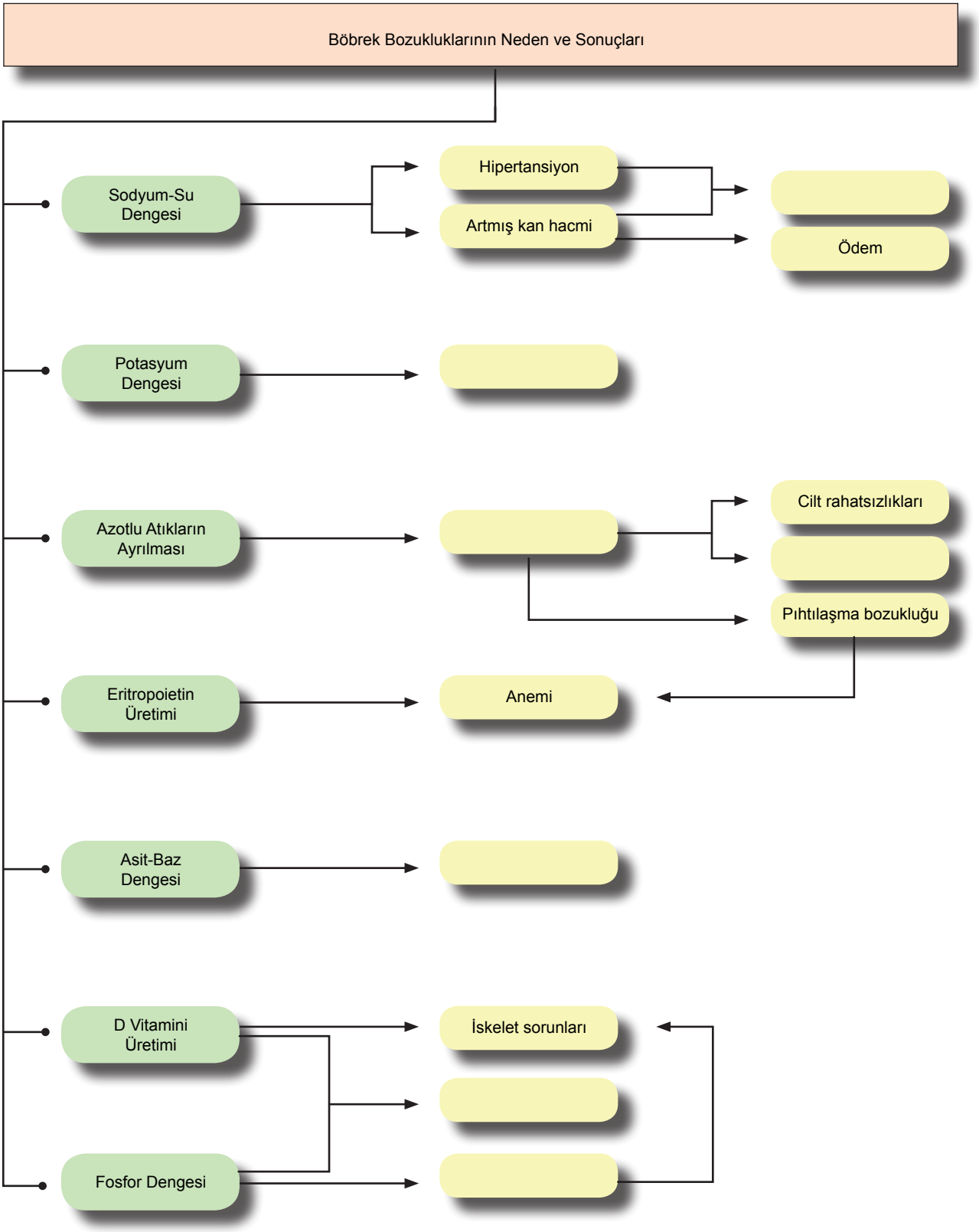
http://www.dynamicscience.com.au/tester/solutions1/biology/renal/kidneydissection.htm , http://mrsscrivenaqua.weebly.com/uploads/1/1/8/6/11867407/dissection_of_a_kidney.pdf veya https://www.homesciencetools.com/a/heart-dissection-project/ adresinden aşamalarını da gözlemleyebilirsiniz. Ayrıca http://www.kscience.co.uk/animations/kidney.htm ve http://www.biologyinmotion.com/nephron/index.html adreslerinde de animasyonlarına bakabilirsiniz. (Erişim Tarihi: 31.10.2017)

Ders Öğretmeni — **Tarih/İmza**



İş Birlikli Kavram Haritası 3

Aşağıda böbrek bozukluklarına neden olan etkenler ve sonuçları ile ilgili bir kavram haritası hazırlanmıştır. Gruplar oluşturarak konuyu araştırınız. Boşlukları neden-sonuç ilişkilerine göre doldurunuz.



1. Ünite Üriner Sistem Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Yapısında azot bulunan metabolik atık ürünler nelerdir?

.....

2. Azotlu metabolik atık ürünler hangi organik bileşiklerin yıkımı ile açığa çıkar?

.....

3. Malpigi cisimciğini hangi yapılar oluşturur? Böbreğin hangi bölgesinde bulunur?

.....

4. Azotlu atık olan;

I. amonyak,
II. üre,
III. ürik asit

moleküllerinin vücuttan uzaklaştırılması sırasında harcanan su miktarının az olandan çok olana doğru sıralanışı nasıldır?

.....

5. Böbrek nefronlarında oluşturulmuş ve toplama kanalına gelmiş idrarın dışarı atılıncaya kadar izlediği yolda hangi yapılar yer alır?

.....

6. İnsanda idrar oluşurken; süzülme, geri emilim ve salgılama işlemleri, nefronun hangi bölümlerinde gerçekleşir?

.....

7.-9. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Uzun süren kronik böbrek yetmezliği sonucu, kemiklerin kısmen zayıflamasına yol açan osteomalazi (kemik yumuşaması) hastalığı ortaya çıkar. Parathormon, besinlerden alınan ya da güneş ışığı yardımıyla deride sentezlenen inaktif D vitaminini karaciğerde ve daha sonra böbrekte aktif D vitamini hâline çevirir. Aktif D vitamini de bağırsakları etkileyerek kalsiyum emilimini artırır. Bu nedenle böbreklerdeki ciddi hasarlar kandaki aktif D vitamini miktarını çok azaltır. Buna bağlı olarak bağırsaklardan kalsiyum emilimi ve böylelikle kemiklere kalsiyum geçişi azalır. Diğer bir neden ise kronik böbrek yetmezliği sonucu süzülmenin azalması nedeniyle kanın fosfat konsantrasyonunda artışıdır. Bu artış, kan plazmasında fosfatın kalsiyum ile bağlanmasını hızlandırır. Azalan kalsiyum konsantrasyonu, parathormon salınımını uyarır. Sonuçta gelişen hiperparatiroidizm, kemiklerden kalsiyum iyonunun serbest kalmasını artırarak kemiklerin daha fazla hasar görmesine neden olur.

7. Böbrek yetmezliği, D vitamini yetersizliğine neden olur. Sebebini açıklayınız.

.....

8. Kronik böbrek yetmezliği sonucu oluşan hiperparatiroidizm durumunun nedenini açıklayınız.

.....

9. Böbrek yetmezliği nedeniyle gelişen D vitamini ve kalsiyum yetersizliğinin iskelet sistemine etkisi nasıl olur?

.....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

10. Böbrekte oluşturulan idrar, ……..... .....ile idrar kesesine iletilir.

11. Böbreğin temel işlev birimine ……..... ..... denir.

12. Nefronda idrar oluşumu sırasında; ....., ..., ...olayları gerçekleşir.

13. Glomerulus, iki ..... arasında bulunur.

14. Glikoz ve amino asitlerin tamamı nefronun ....bölümünde geri emilir.

15. Henle kulpunun inen kolunda çok miktarda ....geri emilimi olur.

16. Nefronda distal tüpten, sodyum geri emilimi ve potasyum atılması görülür. Bunu sağlayan hormon böbrek üstü bezinden salgılanan ..... hormonudur.

17. Hipofiz bezinden salınan ..... hormonu etkisiyle suyun geri emilimi gerçekleşir.

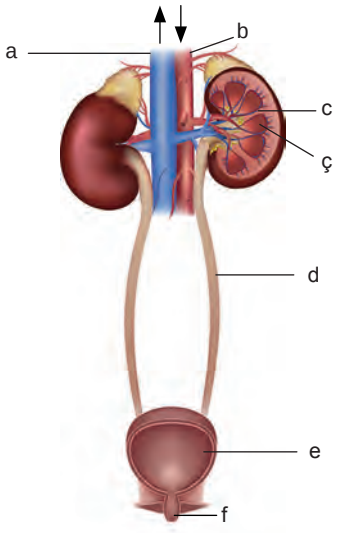
18. Böbrekler yardımıyla vücut sıvılarının pH, su, tuz değerleri belirli sınırlar arasında tutularak vücutta .....sağlanır.

19. Eritropoietin hormonu salgılayan böbrek epitel hücreleri kemik iliğinde ..... yapımını uyarır.

20. Kronik böbrek yetmezliğinde ....hormonu salınımı azalır ve anemi oluşur.

21. Proteinlerin yıkımı ile açığa çıkan azotlu ürün olan .....karaciğerde üreye çevrilir.

22. Aşağıda görselde yapı ve organların isimlerini yazınız.



23. Aşağıda idrar oluşumu ile ilgili verilmiş ifadelerin doğru olanlarını "D", yanlış olanlarını "Y" ile belirleyiniz.

İdrarın oluşumunda ilk basamak olan süzülme ile glomerulustan Bowman kapsülüne süzüntü geçer.	
Bowman kapsülüne geçen süzüntü, doku sıvından çok, idrara benzer.	
Geri emilim sadece aktif taşımayla gerçekleşir.	
Glikoz ve amino asit gibi moleküllerin tamamı proksimal tüpte geri emilir.	
Toplama kanalında üre geri emilir.	

24. Aşağıda nefron ile ilgili verilmiş ifadelerin doğru olanlarını "D", yanlış olanlarını "Y" ile belirleyiniz.

Glomerulus kılcallarındaki kan basıncı, vücut kılcallarındakinden fazladır.	
Nefron kanallarının kıvrımlı yapıda olması, geri emilim yüzeyi ile emilen madde miktarını arttırır.	
Nefron kanalındaki sıvının akış yönü ile çevresini saran kılcal damarın içindeki kanın akış yönü aynıdır.	
Glomerulus kılcallarında madde alışverişi gerçekleşir.	
Nefronda görülen salgılama ve geri emilme olaylarında ATP tüketimi görülebilir.	

25. Aşağıda böbreğin görevleri ile ilgili verilmiş ifadelerin doğru olanlarını "D", yanlış olanlarını "Y" ile belirleyiniz.

Uzun süren açlık durumunda, böbrekler, amino asit ve diğer bazı öncül maddelerden protein sentezler.	
Böbrekler, salgıladığı aldosteron ile kemik iliğinde alyuvar yapımını uyarır.	
Böbrekler, vücutta bazı hormonlar yardımıyla su, tuz ve elektrolit dengesini düzenler.	
Bazı ilaçlar, gıda boyaları, tarım ilaçları gibi zararlı kimyasalları vücuttan salgılamayla uzaklaştırır.	
İnaktif D vitaminini, aktif D vitaminine dönüştürür.	

26. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri hafle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Diyaliz b) Böbrek yetmezliği c) Üremi
ç) Gut d) Böbrek nakli e) Anemi

I. Böbrek hastası bireyin kanının özel işlemden geçirilerek temizlenmesi ve temizlenen kanın bireye geri verilmesidir.	
II. Üre ve ürik asidin eklemler, böbrekler ve diğer dokularda birikerek kan ve idrardaki seviyesinin yükseldiği hastalıktır.	
III. Kronik böbrek yetmezliğine bağlı olarak yeterli eritropoietin hormonu üretilemediğinde gelişen hastalıktır.	
IV. Protein metabolizması nedeniyle açığa çıkan üre, ürik asit, kreatinin gibi azotlu bileşiklerin vücut sıvılarında konsantrasyonlarının artması durumudur.	

27. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Endokrin sistem b) Solunum sistemi
c) Sinir sistemi ç) Üriner sistem
d) Dolaşım sistemi e) Sindirim sistemi

I. CO_2'in vücuttan uzaklaştırılması	
II. Henle kulpuna inen kolda suyun geri emilimi	
III. Hipotalamusun vücuda alınan suyun yetersizliği durumunda uyarılması	
IV. Böbrek atardamarlarının glomerulusa kan getirmesi	
V. Vücut suyunun yetersizliğinde ADH miktarının kanda artması	

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

28. İnsanda üriner sistem;

I. mineral ve iyon dengesini düzenleme,
II. amonyağı üreye çevirme,
III. kanın ozmotik basıncını düzenleme,
IV. metabolik atıkları idrarla uzaklaştırma

olaylarından hangilerini gerçekleştirerek homeostazinin korunmasını sağlar?

A) I ve II B) II ve IV C) I, II ve III
D) I, II ve IV E) I, III ve IV

29. Sağlıklı bir insanda aşağıda verilen maddelerden hangisinin böbrek toplardamarındaki konsantrasyonu, böbrek atardamarındakinden daha fazladır?

A) Oksijen
B) Amonyak
C) Karbondioksit
D) Üre
E) Glikoz

30. Aşağıda glomerulus ile ilgili yapılan açıklamalardan hangisi yanlıştır?

A) Çift katlı epitelden oluşur.
B) Bowman kapsülü ile birlikte malpigi cisimciğini oluşturur.
C) Böbrekte kabuk bölgesine yerleşmiştir.
D) Kan basıncı yüksek olan kılcal damar yumağıdır.
E) Geri emilimin büyük bölümünü gerçekleştirir.

31. Uzun süre soğukta kalmış sağlıklı bir insanda daha sık idrara çıkma görülmektedir.
Bu durumun nedeni olarak;

I. kılcal damarların daralması,
II. süzüntü oluşma hızının artması,
III. kan akış hızının artması,
IV. su içiminin azalması

olaylarından hangileri gösterilebilir?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III
D) I, II ve IV E) II, III ve IV

32. İnsanda aşırı terleme, çok sık idrara çıkma, az su içme veya sistemik rahatsızlıklar nedeniyle kandaki su oranı normalin altına düştüğünde, su oranının düzenlenmesi için görev alan;

I. böbrek,
II. hipofiz,
III. hipotalamus

gibi yapıların faaliyete geçiş sıralaması nasıl olmalıdır?

A) I-II-III B) I-III-II C) II-III-I
D) II-I-III E) III-II-I

33. Sağlıklı bir insanda;

I. nefronlarda süzülme,
II. nefron kanallarında geri emilim,
III amonyağın üreye çevrilerek vücuttan atılması

olaylarından hangileri suyun vücutta tutularak su dengesinin düzenlenmesine etki eder?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

34. İnsanda metabolizma sonucu oluşan;

I. karbondioksit,
II. su,
III. üre,
IV. kreatinin,
V. amonyak

gibi atık maddelerin hangileri böbrek, deri ve akciğer tarafından ortak olarak vücuttan uzaklaştırılabilir?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV
D) III ve IV E) IV ve V

35. Vücudumuzda bulunan;

I. karaciğer toplardamarı,
II. böbrek atardamarı,
III böbrek toplardamarı

damar çeşitlerinde bulunan üre yoğunluğunun birim alanında en fazla bulunandan en az bulunana doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) III-II-I B) III-I-II C) I-III-II
D) I-II-III E) II-III-I

36. İnsanda CO_2'in en fazla, diğer metabolik atıkların ise en az olduğu yapı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Piramit kanalları
B) Havuzcuk
C) Böbrek atardamarı
D) Böbrek toplardamarı
E) Bowman kapsülü

37. Sağlıklı bir insanda nefronda idrar oluşurken;

I. glikoz,
II. amino asit,
III. su,
IV. mineral

gibi maddelerin hangilerinin tamamı geri emilir?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV
D) II ve III E) III ve IV

38. Böbrek atardamarındaki bir üre molekülünün idrarla atılıncaya kadar izlediği yol düşünüldüğünde aşağıdakilerden hangisi üçüncü sırada yer alır?

A) Bowman kapsülü
B) Glomerulus
C) Henle kulpunun inen kolu
D) Distal tüp
E) Üreter

39. *Diabetes mellitus* hastalığı olan bir insanın aç iken kan ve idrar örneği incelendiğinde aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

	Glikoz	Üre	Albümin	NaCl
Kan	+	II	+	+
İdrar	I	+	III	IV

(+: Madde var, -: Madde yok)

Tabloda numaralandırılmış yerlere sırasıyla hangileri gelmelidir?

	I	II	III	IV
A)	-	-	-	-
B)	+	+	+	-
C)	+	+	-	+
D)	-	+	-	+
E)	-	-	+	-

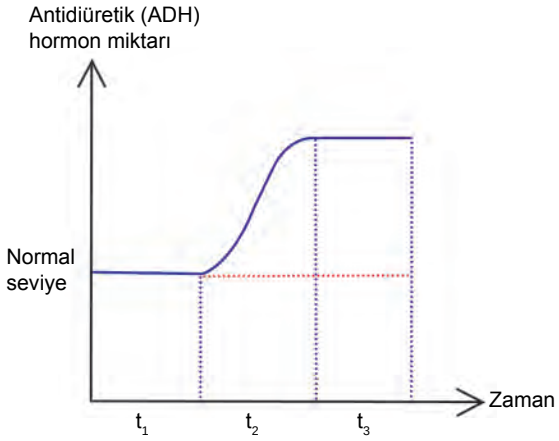
40. Sağlıklı bir insanda;

I. alyuvar,
II. Na^+, K^+ ve Ca^{+2},
III üre,
IV. B vitamini

maddelerinden hangisi hem kanda hem de Bowman kapsülündeki süzüntüde bulunur?

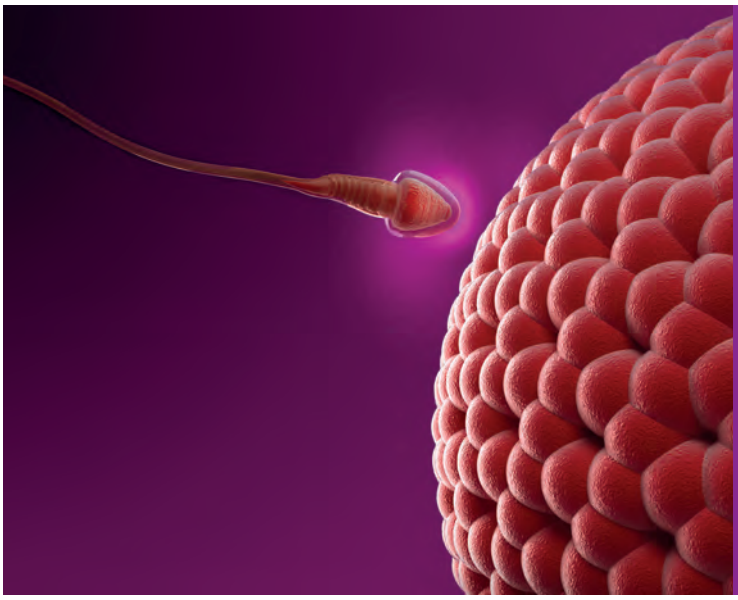
A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
D) I, II ve IV E) II, III ve IV

41. Grafikte sağlıklı bir insanın kanındaki ADH hormonunun değişimi verilmiştir.



Grafiğe göre bu insan için aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır?</u>

A) Üretilen idrar miktarı $t_1 > t_3$'tür.
B) İdrar yoğunluğu $t_1 < t_3$'tür.
C) t_3 anında su geri emilimi artmıştır.
D) t_2 anında birey uzun süre susuz kalmıştır.
E) t_3 anında birey çok su içmiştir



Bölüm 7
Üreme Sistemi ve **Embriyonik Gelişim**

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenciler;

- Dişi ve erkek üreme sisteminin yapısını görselleriyle birlikte tanır.
- Menstrual döngüyü düzenleyen hormonları grafiklerle birlikte açıklar.
- İn vitro fertilizasyon yöntemini öğrenir.
- İnsanda embriyonik gelişim sürecini görselleriyle birlikte öğrenir.
- Hamilelikte bebeğin gelişimini olumsuz etkileyen faktörleri öğrenir. Hamileliğin izlenmesinin anne ve bebek için önemini fark eder.
- Çoklu doğumların nedenlerini öğrenir.
- Üreme sisteminde görülen hastalıkları ve üreme sisteminin sağlığının korunması için yapılması gerekenleri öğrenir.

Kavramlar ve Terimler

- Büyüme
- Embriyonik Gelişim
- Gelişme
- Hamilelik
- İn Vitro Fertilizasyon
- Menstrual Döngü
- Ultrason
- Üreme

Bölüm İçeriği

- Üreme Sistemi
- Üreme Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi → Dişi Üreme Sistemi, Erkek Üreme Sistemi
- İnsanda Embriyonik Gelişim → Büyüme ve Gelişme
- Üreme Sisteminin Sağlığının Korunması
- Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim Ölçme ve Değerlendirme

Hazırlık Soruları

1. İnsan vücudunda ergenlik dönemi ile meydana gelen değişimlerin en önemlisi üreme faaliyetlerinin başlamasıdır. Üreme faaliyetinin başlaması bireye ne tür sorumluluklar yükleyebilir?

2. Anne karnında hücrelerin bölünmesi geometrik dizi şeklinde gerçekleşir. Bunun nedeni ne olabilir?

3. Hamilelerde beslenme anne ve bebeğin sağlığını koruyacak şekilde olmalıdır. Bu durum nasıl sağlanabilir?

4. Embriyodan alınan hücre ile insan ırkı çoğaltılabilir mi? Bu hücreler hastalıkların tedavisinde kullanılabilir mi?

Oku-Yorum

Polikistik Over Sendromu (PCOS) ve Rahim Ağzı Kanseri

Toplumların ekonomik ve endüstriyel olarak gelişmesi, çeşitli sosyal ve kültürel faktörlerdeki değişimler, kadınların biyolojik avantajlarının ön plana çıkmasını sağlamıştır. Örneğin enfeksiyon hastalıklarına yakalanma riski ve doğum sırasında anne ölümleri endüstrileşmiş toplumlarda oldukça azalmıştır. Bu da kadınların erkeklerden daha uzun ve genellikle de daha sağlıklı yaşamalarını sağlamıştır. Yaşam süreci boyunca hem kadın hem de erkekler cinsiyete özel hastalıklar açısından risk taşımaktadır(Tablo 1.13).Örneğin yalnızca kadınlar rahim ağzı ve meme kanseri için taramaya ihtiyaç duyarlar. Prostat ve testis kanseri ise sadece erkeklerde gelişebilir. Ancak kadın ve erkeğin üreme ile ilgili hastalık yükleri incelendiğinde, kadınlar üreme sağlığı sorunlarını erkeklerden çok daha fazla yaşarlar ve bu duyarlılık üreme döneminde (15-49 yaş) daha da artar. Kadındaki üreme sağlığı yükü erkeğin yükünün 3 katıdır. Esasen üreme sağlığı ile ilgili her iki cinsiyetin yaşa göre üreme sağlığı hizmet gereksinimi de farklılık göstermektedir. Yeni nesillerin sağlıklı birey olarak dünyaya gelmeleri, büyütülüp yetiştirilmeleri annenin, kadının sağlıklı yapısına bağlıdır.[1]

Dişi üreme sisteminin sağlıklı ve düzenli çalışması bazı hastalıklar tarafından engellenir. Bu hastalıklar sağlıklı yumurta oluşumunu ve âdet döngülerini engelleyerek döllenme olasılığını azaltmakta ve normal yollarla bebek sahibi olmayı zorlaştırmaktadır. Polikistik over sendromu (PCOS), kadınlarda çok sık görülen ve hormonların etkisiyle ortaya çıkan bir rahatsızlıktır. Bu rahatsızlıkta, büyümüş yumurtalıkların yüzeyinde çok sayıda kist görülür. En yaygın belirtileri; düzensiz âdet periyotları, akne, obezite, tüylenme, özellikle bel çevresinde kalınlaşma şeklinde kilo alma ya da ergenlikte âdet görememedir. Kesin sebebi bilinmeyen polikistik over sendromu, gebe kalmayı da zorlaştırır. Bu vakalarda hormonal bozukluk nedeniyle gelişen androjen fazlalığı, erkek tipi saç dökülmeleri, yüzde ve vücutta kıllanmada artış ve sivilce oluşumuna neden olur. Polikistik over tanısı, ultrasonla yumurtalıklarda görülen kistlerin yanında âdet düzensizlikleri, tüylenme vb şikâyetler duruma eşlik ettiği zaman konulabilir. Nedenleri arasında insülin direnci, hafif iltihap durumları, kalıtım, anne karnında androjen hormonlara maruz kalmak bulunur. Polikistik over sendromlu hastaların, aynı zamanda obez ise yüksek tansiyon ve kolesterol düzeyleri, karaciğerde yağlanma, tip 2 diyabet, uyku apnesi sendromu, anormal rahim kanamaları, rahim ağzı kanseri hastalıklarına yakalanma olasılıkları artar.

Rahim ağzı kanseri (serviks kanseri) de dişi üreme sistemini tehdit eden ve tüm dünyadaki kadınlarda sık görülen kanser türlerinden biridir. Özellikle 35-55 yaşları arasındaki kadınların risk grubunda bulunmasının yanında cinsel yönden aktif olunan diğer yaşlarda da risk devam eder. Bu yüzden bu kanser türünü belirlemek için yapılan tetkiklerin düzenli yaptırılması önerilmektedir. Cinsel ilişkilerin genç yaşta başlaması, çok sayıda cinsel partner, korunma yöntemlerinin kullanılmaması, sigara, AIDS virüsleri, bazı mantar enfeksiyonları [*Chlamydia* (Klamidya) enfeksiyonu], kalıtım, yetersiz beslenme, uzun süre doğum kontrol hapı kullanılması serviks kanserine zemin hazırlamaktadır. Rahim ağzı kanseri olan kadınların dokularının tamamında insan *Papilloma* virüsü (HPV) adında cinsel yolla bulaşan virüs tespit edilmiştir. Bu virüse karşı günümüzde geliştirilen aşıların etkili olduğu kabul edilmektedir. Rahim ağzı kanserlerinin, HPV ve "pap smear (pap simir) testi" yapılarak erken tanısı konulabilir. Erken tanı, hastalığın ilerlemeden önlenip tedavi sürecini kolaylaştırması için önemlidir. Bu testlerin belirli aralıklarla tekrarlanması gerekir. Rahim ağzı kanserinin ilk ve en önemli belirtilerinden bazıları; âdet arası veya cinsel ilişki sonrası görülen küçük kanamalar, anormal akıntı veya menopoz sonrası kanamalardır.

Pap smear testi, basit ve ağrısız bir testtir. Âdet dönemi sırasında yapılamayıp, son âdet döneminden 10-20 gün sonra yapılır. Serviks ve vajinadan toplanan hücreler lama doğrudan yayılarak test için laboratuvara gönderilir. Pap smear testi, kanser olmadan önceki durumları belirlemeye yardımcı olur. Testte anormal hücreler görülürse doktor, HPV testi veya yakından muayene önerebilir. HPV testi, bu anormal hücrelerde yüksek riskli HPV varlığını araştırır. Böylece serviks kanseri riski belirlenir. Bu test, pap smear testinden sonra takip amaçlı da yapılabilir.[2]

(Kaynak: 1. https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/açsap40.pdf
2. http://www.turkpath.org.tr/files/serviks, http://kanser.gov.tr/Dosya/afis/RahimAgziKanseriBrosur2015.pdf, http://old.neu.edu.tr/docs/tup_bebek_pdf/polikistik_over_sendromu.pdf, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 14.11.2017

Tablo 1.13: Dünyada Üreme Sağlığı Sorunları *(Kaynak: Dünya Sağlık Örgütü, Family & Reproductive Health)*

Sorun	Boyutu/yıl
Anne Ölümleri	585 bin
Ciddi Anne Hastalıkları	20 milyon
Erken Bebek Ölümü	7.2 milyon
HIV/AIDS'li Yetişkin	20.1 milyon
Yeni HIV Enfeksiyonu Vakası	2.75 milyon
Sağlıksız Koşullarda Düşük Vakaları	20 milyon
Tedavi Edilebilir Cinsel Yolla Bulaşan Hastalık Vakası	333 milyon
Yayılmacı Rahim Ağzı Kanserli Kadın	**2 milyon**
Yeni Rahim Ağzı Vakası	**450 bin**

1.7. Üreme Sistemi

Canlıların ortak özelliklerinden biri de üremedir. Çok hücreli canlılardan olan insan doğar, büyür ve ölür. Ölmeden önce neslini devam ettirebilmek için kendine benzer bireyler meydana getirir. Böylece canlının temel özellikleri kendinden sonraki nesillere aktarılmış olur. Bu olaya **üreme** denir. Aynı türden olan ve cinsiyetleri farklı olan her bir bireye **eşey** denir. Cinsiyetleri farklı olan bireylerin üreme organlarının farklıdır. Bireyin vücudunda yumurtalık varsa **dişi**, testis varsa **erkek** olarak adlandırılır. Eşeyi farklı olan iki bireyin üreme hücrelerinin birleşmesiyle meydana gelen üreme çeşidine **eşeyli üreme** denir. Üreme organlarına **gonat**, üreme hücrelerinden her birine **gamet**, gametlerin birleşmesi olayına **döllenme**, gametlerin birleşmesiyle oluşan hücreye ise **zigot** denir. Üreme sistemi, **üreme organları** ve bu organların çalışmasını düzenleyen **eşeysel bezler**in (dişilerde yumurtalık, erkeklerde testis) birlikte oluşturduğu sistemdir.

Bilgi Notu

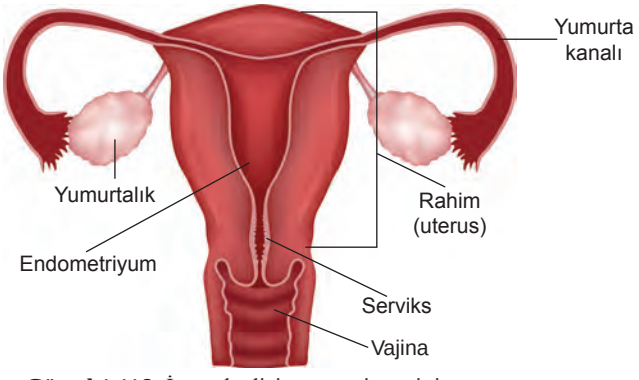
Gamet: Üreme hücrelerine gamet denir. Gametlerin oluşma olayına **gametogenez** denir. Gametogenez dişi bireyde gerçekleşirse olaya **oogenez**, erkek bireyde gerçekleşirse **spermatogenez** denir. Gametler, haploit (n) kromozomlu hücrelerdir. İnsan diploit (2n) kromozomlu canlıdır. Eşeyli üremede üreme ana hücrelerinin mayoz bölünme ile kromozom sayısı yarıya indirilir ve döllenme sonucu insan türünün kromozom sayısının sabit kalması sağlanmış olur.

1.7.1. Üreme Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi

Üremeyi gerçekleştiren hücrelerin çekirdeği ve sahip olduğu kromozomlar üremenin temelidir. Cinsiyet kromozomları iki adettir ve bunlar X ve Y kromozomlarıdır. İnsanda 46 kromozom vardır ve bunların iki tanesi cinsiyet kromozomlarıdır. Bu kromozomların 44'ü vücut kromozomları (otozom), 2'si eşey kromozomlarıdır (gonozom). Cinsiyet kromozomları dişilerde XX, erkeklerde ise XY'dir. Dişi ve erkek bireyler arasındaki farkların Y kromozomuna, testis ve ovaryuma bağlı olduğu, genetik bilimi ve deneysel embriyoloji ile ortaya çıkarılmıştır. Doğumdan sonra dünyaya gelen bireyin eşeysel bezleri, ergenlik çağına kadar faaliyet göstermez. Ergenlik çağında hipofizin ön lobundan ve hipofizin kontrol ettiği eşeysel bezlerden salgılanan hormonlar, erişkin dişi ve erkeğe özgü özelliklerin belirlenmesini, üreme hücrelerinin (yumurta ve sperm) üretilmesini, gametlerin canlılığını korumasını, üreme için mevcut yapılarının hazır bulunmasını ve üreme organlarının sağlığının korunmasını sağlar. Bu özelliklerden dolayı eşeysel bezler karma bezlerdir.

1.7.1.1. Dişi Üreme Sistemi:

Dişi üreme sistemi; **yumurtalıklar** (ovaryumlar), **yumurta kanalı** (fallopi tüpü, ovidukt), **döl yatağı** (uterus, rahim), **döl yatağı ağzı** (serviks) ve **vajina**dan oluşur. Dişi üreme sisteminin mayoz bölünme ile dişi gametin (yumurta) oluşturulması, eşey hormonlarının salgılanması, embriyonun gelişimi için uygun ortamın sağlanması, üreme organlarının sağlığının korunması görevleri vardır (Görsel 1.116).



Görsel 1.116: İnsanda dişi üreme sisteminin yapısı

Bilgi Notu

Folikül: Yumurtalıklarda bulunan ve östrojen salgılayan yapıdır. Yeni doğan kız bebeklerde her iki yumurtalıkta yaklaşık 1-2 milyon folikül bulunurken ergenlikle menopoz arasında 500 kadar folikül tam olarak olgunlaşabilir.

Yumurtalıklar (Ovaryumlar); karın boşluğunun alt kısmında, döl yatağının iki yanında yer alan bir çift organdır. Bağ doku ve kaslarla bağlanıp, yerinde tutulurlar. Her iki yumurtalıkta **folikül**ler yer alır. Foliküllerde, **oosit** denen kısmen gelişmiş yumurta hücresi ve yumurtayı çevreleyen **destek hücreleri** yer alır. Destek hücreleri, yumurtanın oluşumu ve gelişimi sırasında yumurta hücresini beslemek ve korumakla görevlidir.

Mayoz bölünme ile her ay genellikle bir yumurtalıktaki foliküllerden birinde mayozla, yumurta hücresi üretilir (**oogenez**). Yumurtalıklar ayrıca **östrojen** ve **progesteron** adı verilen eşey hormonlarını salgılamakla görevlidir. Östrojen ve progesteron steroit yapılı hormonlardır.

Yumurta kanalları (Fallopi tüpleri, Ovidukt), rahimden yumurtalıklara uzanan bir çift tüptür. Yumurtalıklara yakın olan ucu kirpikli huni şeklindedir. Diğer ucu ise rahim boşluğuna açılır. Kirpikli huni bölümü, yumurtalıklardaki folikülde olgunlaşan ve serbest bırakılan yumurtayı iç yüzeyindeki silli epitel hücrelerinin yardımıyla yakalayıp rahme iletir.

Yumurta kanalında, yumurtanın spermle karşılaşması hâlinde döllenme gerçekleşir. Döllenme sonucu oluşan zigot, ilk bölünmelerini yumurta kanalında gerçekleştirir.

UYARI ! *Döllenmiş yumurtanın, yumurta kanalında gelişimini sürdürmesine **dış gebelik** denir. Bu durumdaki gebelik devam ederse yumurta kanalını yırtarak ciddi iç kanamalara neden olabilir. Doğumsal bakteri enfeksiyonları ve cinsel yolla bulaşan hastalıklar, yumurta kanalında zedelenmeye yol açarak dış gebelik olasılığını artırabilir.*

Döl yatağı (Rahim, Uterus); karın bölgesinin alt tarafında, idrar kesesinin arkasına yerleşmiş kalın duvarlı, kaslı bir organdır. Döl yatağı, iç kısmını döşeyen epitel tabakası ve kan damarı içerir. Epitel tabakası bol miktarda mukus salgılar. En içteki bu tabaka **endometriyum** olarak adlandırılır. Âdet döngüsünde hormonların etkisiyle endometriyum kalınlığı artar. Buradaki hücreler mitoz bölünmeler geçirerek bu tabakayı kalınlaştırıp embriyo gelişimi için hazırlar.

Embriyo, gelişiminin 2-4. haftaları arasında endometriyumdan beslenir. Daha sonra besin ve oksijen ihtiyacını, gelişen plasenta aracılığıyla anne kanından karşılar.

Serviks, rahimin vajinayla birleştiği rahim ağzı açıklığıdır.

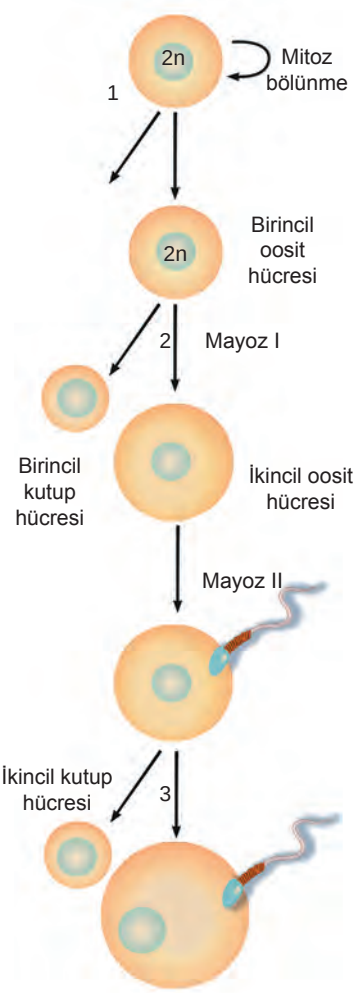
Vajina; döllenmemiş yumurtanın dışarı atılmasını, çiftleşme sırasında spermlerin dişi vücuduna bırakılmasını sağlayan dişi üreme sisteminin dışa açılan bölümüdür. Aynı zamanda doğumun gerçekleşmesini sağlayan açıklıktır.

UYARI ! *Vajina, idrar kanalı (üretra) ile bağlantılı değildir. Bu yüzden dişilerde döllenmemiş yumurta ve idrar ayrı açıklıktan dışarı atılır.*

Vajinanın sağlığı dişi üreme sistemi için önemlidir. Birçok mikroorganizmaya karşı koruma ortamı sağlayan asidik bir pH'ye sahiptir. Asidik ortamın sabun gibi temizlik maddeleri nedeniyle bozulması birçok hastalığa neden olur.

Yumurta Hücresinin Oluşumu (Oogenez)

Dişi bireylerde yumurta hücresinin gelişimi, embriyonik gelişim döneminde anne karnında başlar. Ergenlik dönemine kadar faaliyet göstermeyen yumurtalıklar, bu dönemde hipotalamustan salgılanan **gonadotropin** (GnRH) hormonunun etkisiyle gelişir. Yumurtalıkta bulunan yumurta ana hücrelerinden (oogonium, 2n kromozomlu), dişi üreme hücresi olan yumurtanın (ovum, n kromozomlu) mayoz bölünme ile oluşmasına **oogenez** denir. Oogenez, yumurta ana hücresinden (2n) birincil oositin (2n) üretimi ile başlar. Ergenlikte **folikül uyarıcı hormon**un (FSH) etkisiyle her ay, bir folikülde bulunan birincil oosit, mayoz bölünmeye devam eder.



1. Yumurta ana hücreleri embriyonik dönemde **mitoz bölünme** ile **birincil oosit** hücrelerini oluşturur. Folikülde yer alan birincil oosit, mayoz bölünmeye başlar ancak profaz I aşamasında bölünme durdurulur. Birey ergenliğe geçtiğinde bu hücreler, folikülde koruyucu hücreler ile çevrilidir.

2. Ergenlikte "Mayoz I"i tamamlayarak **ikincil oosit** ve **birincil kutup hücresi**ni oluşturur. Sitoplazma bölünmesinde ikincil oosit, sitoplazmanın çoğunu alır.
Kutup hücreleri az sitoplazmalı işlevsiz hücreler olarak oluştuğu için zamanla kaybolur.
İkincil oosit, "Mayoz II" bölünmesine başlar ancak metafaz II evresinde bekler. İkincil oosit yumurtlama ile yumurta kanalına bırakılır.

3. Bu kanalda bir sperm tarafından döllenecek olursa "Mayoz II" kaldığı yerden devam eder. Döllenmiş ikincil oosit mayozu tamamlar daha sonra yumurta ve sperm çekirdeği kaynaşır. Eşit olmayan sitoplazma bölünmesi nedeniyle bol sitoplazmalı **döllenmiş yumurta** ve az sitoplazmalı **ikinci kutup hücresi** oluşur. İşlevsiz kutup hücresi zamanla kaybolur.

Görsel 1.117: Oogenez (Yumurtanın oluşumu)

Yumurtlama sonrası serbest bırakılan ikincil oosit, döllenmez veya oogenezi tamamlamazsa rahimden servikse geçer ve vajinadan dışarıya atılır. Dişilerde her birincil oosit sadece bir yumurta (ovum) oluşturabilir.

Hatırlatma

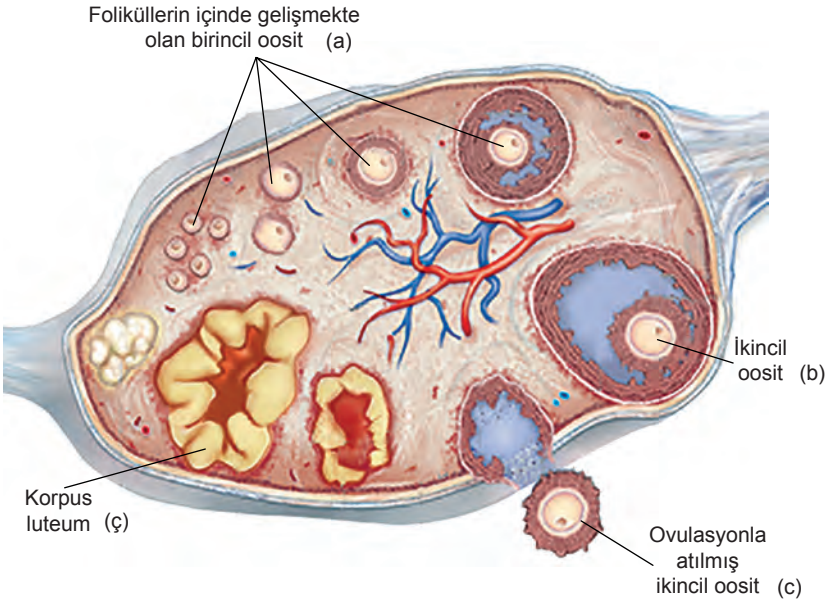
10. sınıf biyoloji dersi, "Hücre Bölünmeleri" ünitesi, "Mayoz Bölünme ve Eşeyli Üreme" konusundaki bilgilerinizi hatırlamanız, bu bölümü anlamanızı kolaylaştıracaktır.

Menstrual Döngü

Dişilerde GnRH, FSH, LH, östrojen ve progesteron hormonları; yumurtalıktaki folikül büyümesi, yumurta oluşumu, ovulasyon ve embriyoyu taşıyacak olan rahim duvarı kalınlığını düzenleme olaylarını gerçekleştiren, menstrual döngünün ortaya çıkmasını sağlar. Döngüde folikül, ovulasyon, korpus luteum, menstrüasyon evreleri gerçekleşir. Menstrual döngü ortalama 28 gün sürer.

Folikül Evresi: Dişilerde ergenlik dönemiyle birlikte hipotalamustan **GnRH** salgılanır, hipofizin ön lobunu etkileyerek buradan **folikül uyarıcı hormon** (FSH) ve **lüteinleştirici hormon**un (LH) daha fazla salgılanması sağlanır. Yumurtalıklarda çok sayıda folikül hücresi bulunur. Folikül içindeki hücre, birincil oosit (2n) hâlindedir [Görsel 1.118, (a)]. Her ay folikül hücrelerinden biri, FSH ve LH hormonlarının etkisiyle olgunlaşmaya başlar. Olgunlaşan foliküldeki yumurta hücresi ikincil oosit (n) aşamasındadır [Görsel 1.118, (b)]. Foliküllerden dişi eşey hormonları olan **östrojen** ve **progesteron** salgılanır.

Östrojen hormonu yumurta kanalının, ovaryumun ve döl yatağının (uterus) büyüyüp gelişmesini uyarır. Dişiler için ikincil eşey karakterleri olan kılların çıkması, kalçanın genişlemesi, göğüslerin büyümesi gibi özelliklerin kazanılması sağlanır. Olgunlaşan foliküllerden salgılanan çok miktardaki östrojen, rahim iç duvarının (endometriyumun) kalınlaşmasını sağlar. Progesteron ise döl yatağını, embriyonun tutunup gelişebilmesi için uygun hâle getirir. Bu evre 10-14 gün sürer.


Foliküllerin içinde gelişmekte olan birincil oosit (a)
İkincil oosit (b)
Korpus luteum (ç)
Ovulasyonla atılmış ikincil oosit (c)

Görsel 1.118: Menstrual döngü boyunca ovaryumda görülen değişimler

Ovulasyon Evresi: LH, olgunlaşan folikülün parçalanmasını ve yumurtanın (ikincil oosit) ovaryumdan atılmasını sağlar [Görsel 1.118, (c)]. İkincil oosit, kirpikli huni tarafından tutulup yumurta kanalına aktarılır. Bu olaya **ovulasyon** (yumurtlama) denir. Ovulasyon 1-2 gün sürer. Yumurta, yumurta kanalında (fallopi tüpünde) spermle karşılaşırsa döllenme olur.

UYARI ! *Ovulasyondan 12-24 saat içinde yumurta döllenme özelliğini kaybeder.*

Korpus Luteum Evresi: LH, parçalanan folikülün sarı yağ damlacıkları ile kaplanmasını sağlar. Folikülün bu hâline **korpus luteum** denir [Görsel 1.118, (ç)]. LH'nin korpus luteumu uyarmasıyla bu yapı, östrojen ve progesteron salgılar. Artan östrojen ve progesteron hormonları miktarı, negatif geri bildirimle, LH ve FSH salgılarının azaltılmasına neden olur. Böylelikle gebelik varsa bu hormonların miktarının azalması yeni bir yumurtanın oluşumunu engeller.

Östrojen ve progesteron hormonları, rahimdeki kan damarlarının genişlemesini ve buradaki bezlerin büyümesini uyarır. Böylece rahim, olası bir gebelikte embriyonun tutunup gelişmesi için hazır hâle getirilir. Korpus luteum evresi 10-14 gün sürer.

Yumurta, yumurta kanalında sperm tarafından döllenmişse korpus luteumdan salgılanan progesteron hormonu sayesinde kılcal damarlarla zenginleştirilmiş rahme gömülür.

Gebeliğin devamı için korpus luteum bozulduktan sonra, progesteron salgılama görevini 5. aydan itibaren **plasenta** üstlenir. 5. aya kadar korpus luteumun bozulmamasını sağlayan **insan koryonik gonadotropin** (hCG) hormonu, insanda gebeliğin tespitinde de kullanılır.

Araştıralım-Paylaşalım

Sağlık sorunları nedeniyle otuzlu yaşlarda iken ovaryumu ve uterusu alınmış bir kadının yaşayabileceği diğer sağlık sorunları nelerdir? Araştırma sonuçlarınızı sınıfta paylaşınız.

UYARI ! *Gebelik boyunca GnRH, östrojen ve progesteron hormonları yüksek iken FSH ve LH hormonları düşük seviyededir. Bu yüzden gebelik boyunca yeni yumurta yapımı (folikül evresi) ve yumurtlama (ovulasyon) evreleri gözlenmez.*

Gebelik başlayınca hipofizin ön lobundan salgılanan **prolaktin** (LTH) hormonu, bebek doğduğunda sütün hazır olması için süt bezlerinin gelişimini sağlar ve hamilelik boyunca annenin metabolizmasının düzenlenmesine katkı sağlar.

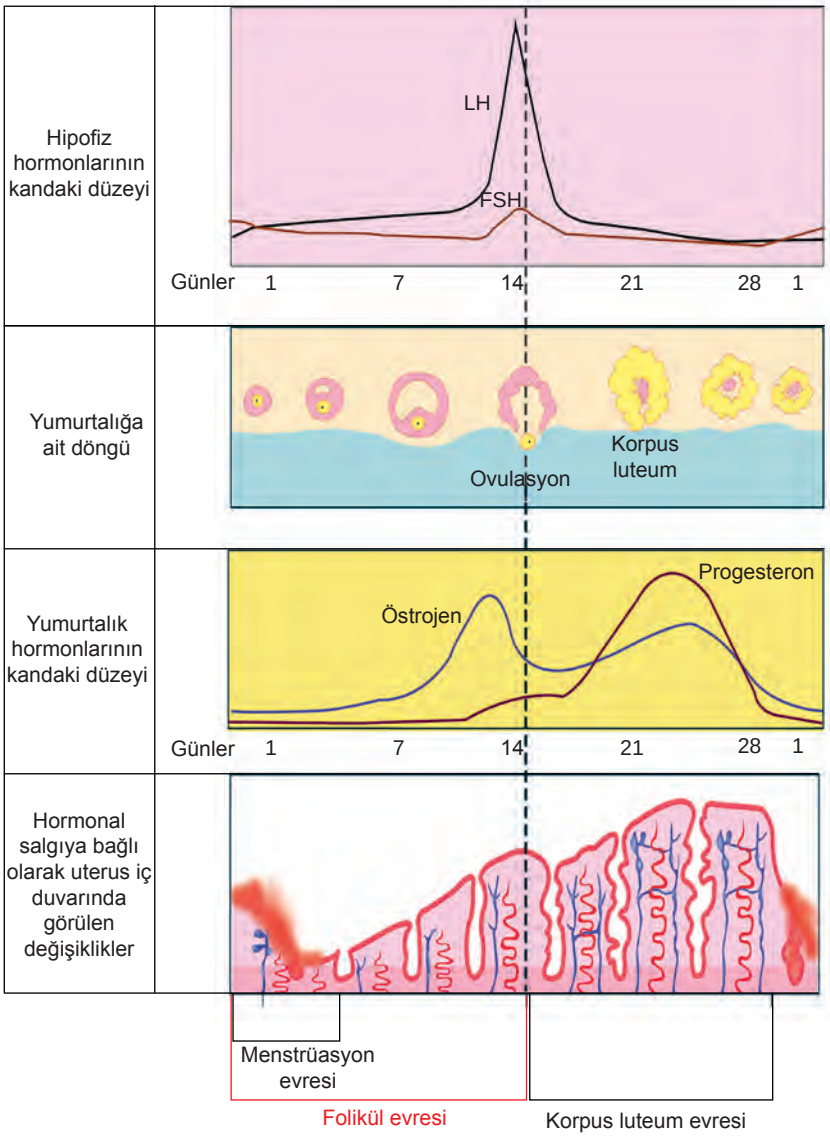
Doğum yaklaşınca hipofizin arka lobundan salgılanan **oksitosin** hormonu rahim (uterus) kaslarının kasılmasını sağlayarak doğum sancısını başlatır ve doğumla birlikte sütün, süt kanallarına dolmasını sağlar.

Yumurtalıklarda östrojen salgısı önemlidir. Hipotiroidizm gibi çeşitli hastalıklara bağlı olarak östrojen salgısı yetersizliği menstrual döngünün sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesini engeller. Menstrual döngü uzun aralıklarla gerçekleşebilir ya da tamamen kesilebilir. Bu durum, östrojen ve LH hormonlarının birbirlerinin geri bildirim mekanizması yoluyla etkileyememesine neden olur. Böylece ovulasyonun gerçekleşmesi engellenmiş olur.

Menstrüasyon Evresi: Yumurta döllenmezse (gebelik yoksa) korpus luteum parçalanır (Görsel 1.119). Düşen östrojen ve progesteron seviyeleri, FSH ve LH üzerindeki negatif geri bildirimi kaldırarak bu hormonların yeni bir döngü başlatmalarını sağlar. Bozulan korpus luteumdan salgılanan hormon miktarındaki düşme, kalınlaşan endometriyumun kan damarlarının daralmasını sağlar. Kan dolaşımı azalan rahim duvarının parçalanmasıyla döllenmemiş yumurta, bir miktar doku parçası ve kan ile birlikte vücut dışına atılır. Buna **menstrüasyon** (âdet kanaması) denir ve genellikle birkaç gün sürer.

Âdet kanaması başlayınca, aynı zamanda yumurtalıkta bulunan folikül de olgunlaşmaya başlar. Dolayısıyla yeni bir menstrual döngü başlamış olur.

Görsel 1.119'da dişilerde görülen menstrual döngünün yaklaşık bir ay içerisindeki devri kısaca özetlenmiştir.



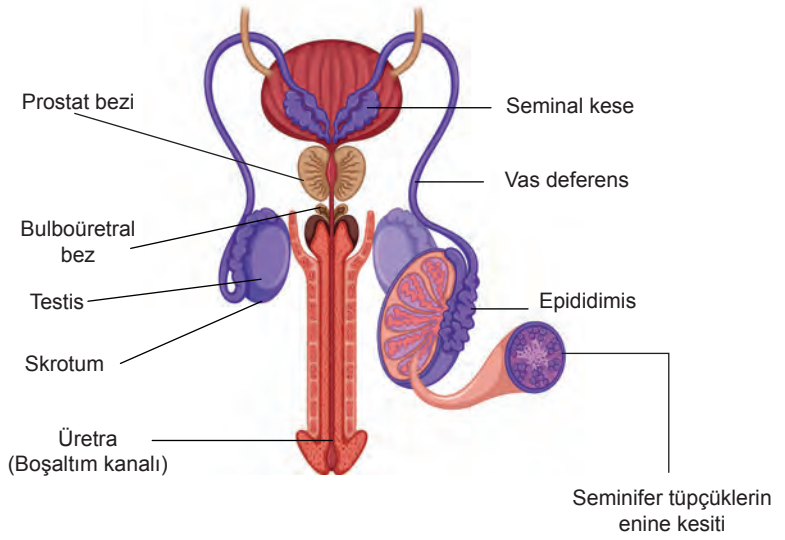
Görsel 1.119: Dişinin üreme döngüsü sırasında görülen değişiklikler

Menopoz, yumurtlama ve menstrüasyonun sonlanmasıdır. Yaklaşık 500 döngü sonra çoğunlukla 46-54 yaşları arasında gerçekleşir. Bu aralıkta yumurtalıkların FSH ve LH'ye verdikleri tepkiler azalır. Menopoz döneminde östrojen ve progesteron hormonları salgısı azalır ve neredeyse yok olur. Östrojen hormonunun yokluğu kadınlarda ateş basması, yorgunluk ve kemiklerin dayanıklılığının azalması gibi etkilere neden olur.

UYARI ! *Menstrüasyon evresi sırasında östrojen ve progesteron hormonlarının seviyesinin düşmesiyle bireyde mide bulantısı, uterus kaslarının kasılmasından kaynaklanan karın ağrısı gibi fizyolojik; alınganlık, depresyon, sinirlilik gibi psikolojik rahatsızlıklar görülebilir. Bu durum dinlenerek, ılık duş alarak ve doktor tavsiyesiyle bitki çayları içilerek atlatılabilir.*

1.7.1.2. Erkek Üreme Sistemi

Erkek üreme sistemi; **testisler**, **sperm taşıyan kanallar** (epididimis, vas deferens, üretra), **yardımcı bezler** [prostat bezi, bir çift seminal kese ve bir çift bulboüretral bez (cowper bezi)] ve **penis** olmak üzere dört bölümden oluşmuştur (Görsel 1.120).



Görsel 1.120: Erkek üreme sistemi

Testisler (er bezleri), sperm üretme organıdır ve embriyonik dönemde karın boşluğunda gelişir. Testisler anne karnında bebeğin gelişmesi sırasında, sperm üretiminin daha düşük sıcaklıkta gerçekleşebilmesi için karın boşluğu dışında yer alan skrotuma (testis torbası) iner. Temel görevi, erkek üreme hücresi olan spermleri üretmek ve eşey hormonlarını salgılamaktır. Testislerin büyük bölümü, kıvrımlı **seminifer tüpçükler**den oluşmuştur. Seminifer tüpçüklerde, sperm ana hücrelerinden (2n) mayoz bölünme ile sperm (n) üretilir (spermatogenez). Seminifer tüpçükler içinde, farklılaşmanın çeşitli evrelerinde olan üreme hücreleri (sperm) ve **sertoli hücresi** bulunur. Sertoli hücresi, üreme hücrelerini korur ve besler. Seminifer tüpçükler dışında yer alan **leydig hücreleri**, **androjenler** adı verilen eşey hormonlarını salgılar. En önemli androjen **testosteron**dur. Yeni doğan erkek çocukların yaklaşık %10'unda tek testisin, daha az oranda her iki testisin skrotuma inmesi tamamlanamaz. Testisler karın boşluğunda kalır. Bir yaşına kadar, testislerin skrotuma kendiliğinden inmesi gerekir.

Araştıralım-Paylaşalım
Erkeklerin üreme sistemi sağlığı ile ilgili en çok görülen tipik üç hastalığı belirleyerek araştırınız. Sonuçları sınıfınızla paylaşınız.

Sperm kanalları, epididimis ve vas deferens (boşalma kanalı) boşaltım sistemine üretra ile bağlanır.

Epididimis, spermlerin seminifer tüpçüklerden çıktıktan sonra ulaştığı ilk kanaldır. Epididimis, insanda yaklaşık 6 m uzunlukta ve kıvrımlı yapıdadır. Spermler burada olgunlaşmasını tamamlayarak hareket kazanır. Sperm, dölleme yeteneğini dişi üreme sisteminin kimyasal ortamında kazanır.

Vas deferens, spermlerin, epididimisten sonra geçtiği kanaldır. Vas deferens, düz kas yapısına sahiptir. Bu kanal, idrar kesesinin arkasına dolanarak seminal keseden gelen bir kanalla birleşip boşalma kanalını oluşturur. Vas deferens, boşaltım kanalına (üretra) bağlanır. Üretradan spermin dışarı atılmasını sağlar.

Üretra, penis içinde bulunan idrar ve spermin vücuttan atılmasını sağlayan kanaldır. Erkeklerde üreme ve boşaltım sisteminin ortak kanalıdır.

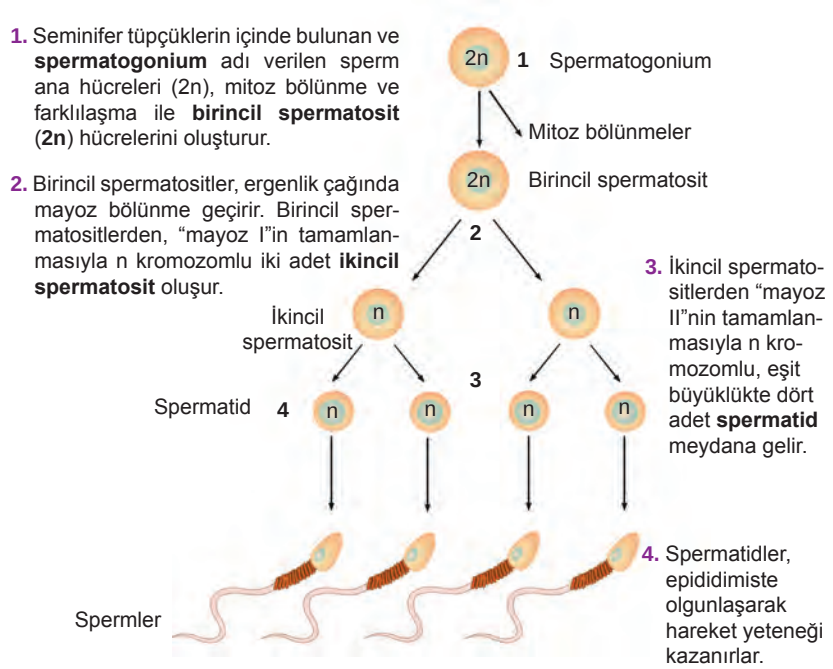
Bilgi Notu

Seminal sıvı:
- Spermlerin taşınmasını sağlar.
- Spermler için dişi üreme sistemini uygun pH'ye getirerek spermleri dişi üreme sistemindeki asidik ortama karşı korur.
- Yapısında bulundurduğu şekerle spermlere besin sağlar.

Yardımcı bezler; seminal kese, prostat bezi ve bulboüretral bezlerden (cowper bezi) oluşur. Bu bezlerin salgıladığı **seminal sıvı** ve bu sıvıda bulunan sperm karışımına, **semen** denir. Semen sıvısını oluşturan bezlerden **seminal kese**lerinin sıvısı, koyu sarımsı renkte ve bazik özelliktedir. Mukus, fruktoz şekeri, enzim, askorbik asit (C vitamini) içerir. **Prostat bezi**, salgısını ince kanallar aracılığıyla doğrudan üretraya iletir. Sulu süt görünümündeki sıvı pıhtılaşma önleyici enzimler içerir. Spermlerin dışarı atılması sırasında kasılarak idrar girişini engeller. 40 yaşını aşan erkeklerin birçoğunda prostat büyümesi görülür. 65 yaş ve üzeri erkeklerde prostat kanseri en sık rastlanan kanserlerdendir. **Bulboüretral bezler**, prostat bezi altında bulunan ve üretra boyunca yer alan bir çift küçük bezdir. Üretrada kalmış asidik idrar kalıntısını nötralize eden saydam bir mukus salgılar.

Penis, üretrayı ve silindirik yapıda üç süngerimsi erektil (sertleşebilen) dokuyu içeren erkek dış üreme organıdır. Üretra aynı zamanda idrarın dışarı atıldığı kanaldır. Ancak spermin geçişi sırasında mesaneden üretraya idrar geçişi engellenir böylece idrar ve sperm içeren semen sıvısı hiçbir zaman karışmaz.

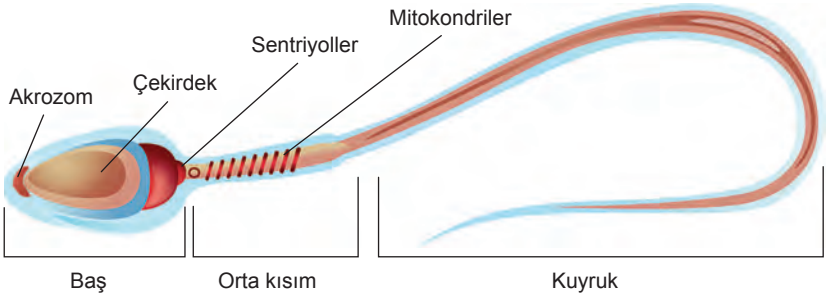
Sperm Hücresinin Oluşumu (Spermatogenez): Testislerde, sperm ana hücrelerinin mayoz bölünme ile sperm oluşturmasına **spermatogenez** denir.



Görsel 1.121: Spermatogenez (Sperm hücresi oluşumu)

Testisi terk eden spermatidler tam hareketli değildir. Spermatidler, epididimis kanalında hareket yeteneği kazanıp olgunlaşarak sperme dönüşür. Spermler, epididimisten vas deferens kanalına geçer ve çoğu burada depolanır. Vas deferens kanalı, spermlerin üretraya taşınmasını sağlar. FSH ve androjenler ile testislerin gamet oluşturmasının sürekliliği sağlanır.

Sperm hareketli hücredir. Baş, orta kısım ve kuyruk olmak üzere üç bölümden oluşur. Baş kısmında n= 23 (22+X veya 22+Y) kromozomlu çekirdek bulunur. **Akrozom**, spermin yumurta zarını eriterek döllenmeyi gerçekleştirebilmesi için gerekli olan sindirim enzimlerini içeren lizozom benzeri bir organeldir. Spermin orta kısmı ATP üretimi için çok sayıda mitokondri içeren bir kılıf ile sarılıdır. Üretilen ATP'nin çoğu, kuyruk tarafından kullanılarak hareket sağlanır.



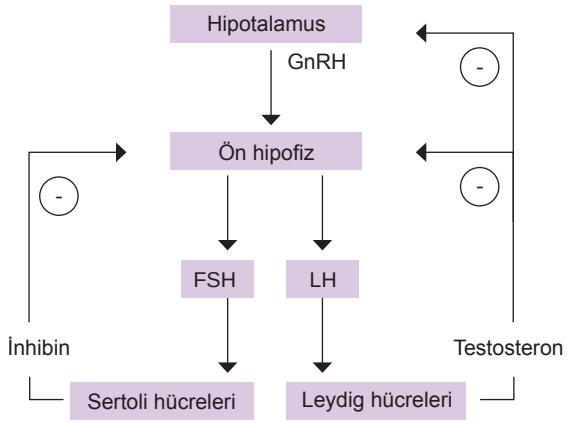
Görsel 1.122: Sperm hücresinin yapısı

UYARI ! *Spermatogenez, vücut içindeki sıcaklıktan daha düşük sıcaklık gerektirir. Skrotumda testisler yaklaşık olarak 32 ^{0}C'de tutulur.*

Erkek Üreme Sistemini Kontrol Eden Hormonlar

Erkek üreme sistemi, hipotalamustan salınan **GnRH**'nin (gonadotropin salgılatıcı hormon) hipofizin ön lobunu uyarmasıyla buradan salınan **FSH** ve **LH** hormonları ile kontrol edilir. FSH spermatogenezi başlatır, testislerde sertoli hücrelerini uyarır. Sertoli hücreleri spermleri besler. LH ise leydig hücrelerini uyararak buradan **testosteron** hormonu salgılanmasını sağlar. Ergenlikte testosteron miktarının artmasıyla ikincil erkeklik özelliklerinin (sesin kalınlaşması, vücutta kıllanma, kas kütlesinin artması, karşı cinse ilginin artması vb.) ortaya çıkması ve korunması sağlanır. Testosteron ayrıca sperm üretiminin ergenlikten itibaren sürekliliğini sağlar.

FSH ve LH hormonları miktarı, **negatif geri bildirim sistemi** ile kontrol edilir. Kandaki testosteron artışı negatif geri bildirimle, hipotalamusu ve hipofizin ön lobunu uyarır. Bu uyarı ile hipotalamusun GnRH salgılanması engellenir, böylece FSH ve LH salgıları azalır. Hipofizin ön lobundan salgılanan FSH uyarısıyla sertoli hücrelerinden salgılanan **inhibin** hormonu da hipofizin ön lobunu negatif geri bildirimle etkileyerek FSH salgısının azalmasına neden olur (Görsel 1.123).



Görsel 1.123: Erkek üreme hormonlarının negatif geri bildirim mekanizmasıyla çalışması

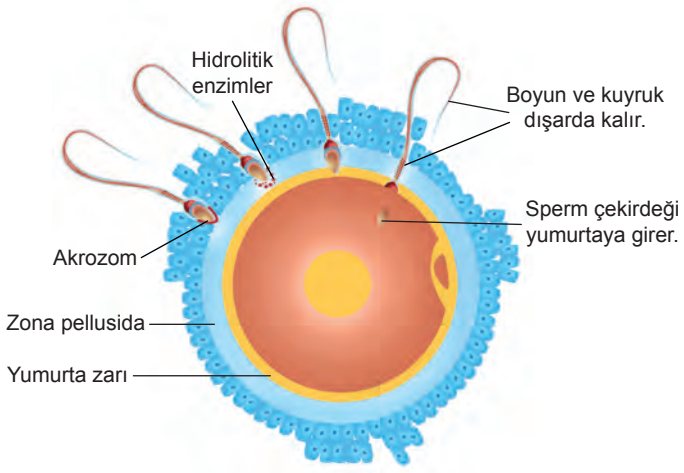
Döllenme

İnsanda çiftleşme sırasında dişi üreme kanalına bırakılan semenin bazik hâli vajinanın asidik ortamını nötralize ederek spermi korur ve hareketliliğini artırır. Semen ilk atıldığında servikse ulaşıncaya kadar spermlerin bir arada kalmasına yardımcı olur. Daha sonra spermlerin rahim ve yumurta kanalında serbestçe yüzmelerini sağlar. Yumurtlama ile yumurta kanalına atılan ikincil oosit, burada spermle karşılaşırsa **döllenme** gerçekleşir (Görsel 1.124). Yumurtanın ürettiği bazı kimyasal maddeler, spermi yumurtaya çeker ve sperm yumurtayı çevreleyen **zona pellusida**daki reseptörlere tutunur. Bu bağlanma ile spermin akrozomu parçalanır, spermin baş kısmındaki çekirdek ve sentrozomun zona pellusidadan yumurtaya bırakılması kolaylaşır. Spermin mitokondri bulunduran orta kısmı ve kamçısı yumurta içine girmez. Sperm ve yumurta zarı kaynaştıktan sonra yumurtadaki enzimler yardımıyla sertleşen zona pellusida diğer spermlerin girişini engeller. Zona pellusidaya tutunmayı başaran spermin baş kısmından bıraktığı çekirdeği ile yumurta çekirdeği kaynaşır. İki haploid çekirdek kaynaşarak **zigotu (2n)** oluşturur. Oluşan zigot mitoz bölünmeler geçirerek yumurta kanalında siller ve düz kasların yardımıyla rahme doğru taşınır.

Araştıralım-Paylaşalım

Spermin yumurtaya girdikten sonra diğer spermlerin de yumurtaya girişini önlemesinin sebebi nedir? Birden fazla sperm, yumurtaya girseydi neler olurdu? Araştırıp sınıfta paylaşınız.

UYARI ! *Yumurta üzerindeki **zona pellusida** zarı türe özgüdür. Bu nedenle spermler sadece kendi türüne ve çok yakın türlere ait yumurta hücresini dölleyebilir.*



Görsel 1.124: Döllenmenin gerçekleşmesi

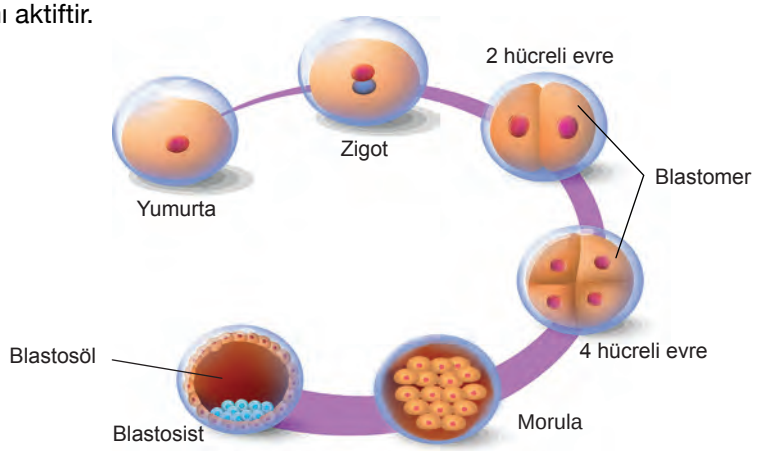
1.7.2. İnsanda Embriyonik Gelişim

Yumurta kanalında döllenme gerçekleştikten sonra embriyonun rahimde gelişim süreci devam eder. İnsanlarda toplam gebelik süresi 38-40 haftadır. Döllenme sonucu oluşan zigot, önce **embriyo**, farklılaşmanın ileri evrelerinde **fetüs** adını alır.

Zigotun bölünerek sayıca ve hacimce artmasına **büyüme** denir. Büyümeyle boy ve kilo artışı gibi vücut ölçülerinde değişiklikler gözlenir. **Gelişme** ise zigotun kendi türüne ait özellikleri gösteren ergin bir hâle gelmesini içeren bir kavramdır. Büyüme ve gelişme üzerinde kalıtım ve çevresel faktörler etkilidir. Zigotun büyüme ve gelişmesi sırasıyla; **segmentasyon**, **gastrulasyon**, **farklılaşma** ve **organogenez** dönemleriyle gerçekleşir.

Segmentasyon Evresi

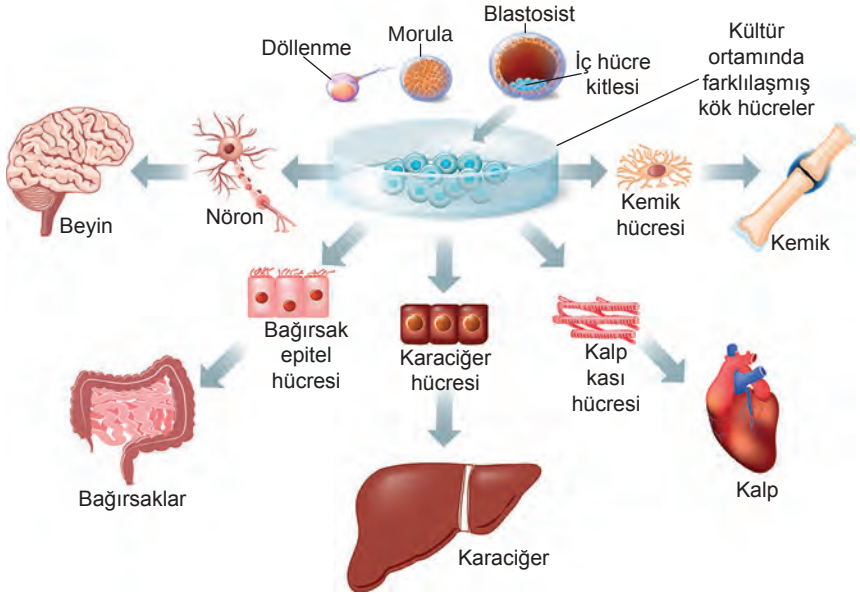
Zigot, yumurta kanalında sillerin hareketi ve düz kasların yardımıyla rahime doğru ilerlerken **segmentasyon** adı verilen birbirini izleyen hızlı mitoz bölünmeler geçirir. Hücre büyümesi görülmeden zigot gittikçe küçülen hücrelere bölünür. Bu nedenle hücre sayısı artmasına rağmen toplam hacim, zigot ile aynıdır. Hücrelerin DNA'sındaki genlerin tamamı aktiftir.



Görsel 1.125: Segmentasyon

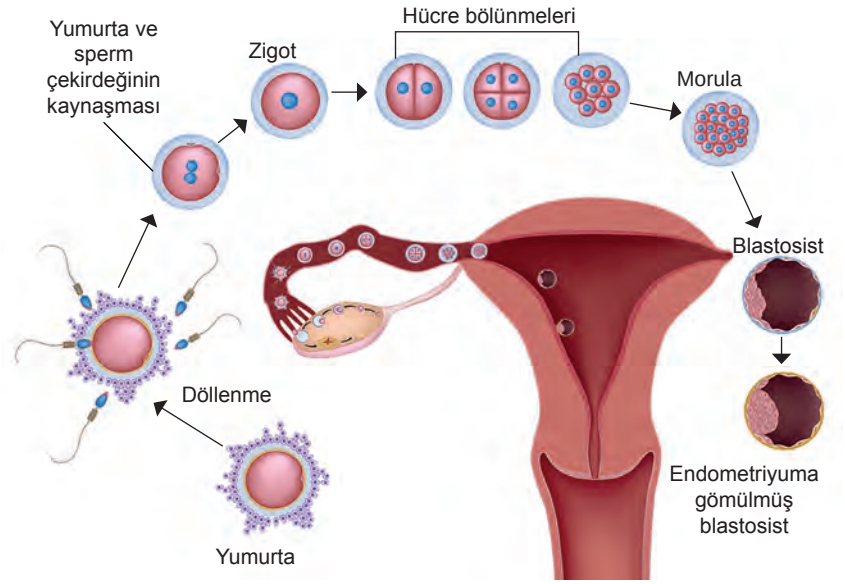
Segmentasyon bölünmeleri, yumurta kanalında yaklaşık üç gün sürer. Bu süreçte besin kaynağı olarak kendi sitoplazmasını kullanır. Mitoz bölünmeler sonucu oluşan hücrelerden her biri **blastomer** adını alır. Blastomerler bölünmeye devam ederek çok sayıda hücre oluşmasını sağlar. Oluşan bu hücreler, aynı büyüklükte ve kalıtsal yapıdaki dut görünümlü hücre topluluğu olan **morula**yı oluşturur. Sekiz kez mitoz bölünme geçirdikten sonra hücreler, kenarlara doğru göç eder ve içi boş, top şeklindeki hücre topluluğu **blastula** oluşur. İçindeki sıvı dolu boşluk **blastula boşluğu** (blastosöl) adını alır. Blastula evresindeki hücre kitlesine **blastosist** denir. Blastosist hâlindeki embriyo, rahime ulaşır ve döl yatağına tutunmaya başlar (Görsel 1.125).

Blastosistten alınan hücrelere **embriyonal kök hücre** denir. Bu hücrelerin, hücre kültürü gibi ortamlarda çoğaltılmasıyla "Görsel 1.126"da görüldüğü gibi birçok hücreye dönüşebilme yetenekleri vardır.



Görsel 1.126: Kök hücrelerin diğer doku hücrelerine farklılaşması

UYARI ! *Segmentasyon evresinde hücre büyümesi olmadan zigot git gide küçülen hücrelere bölünür. Blastomerlerdeki toplam madde miktarı, zigotun büyümeden bölünmesi ve yapısındaki besin maddelerinin bu dönemde kullanılacak enerji üretimi için harcanması nedeniyle zigotunkinden daha azdır.*



Görsel 1.127: Dişi üreme sisteminde insan embriyosunun gelişimi

Araştıralım-Paylaşalım

Anne vücudunda gelişen embriyonun genetik yapısı anneden farklıdır. Öyleyse anne embriyoya karşı niçin bağışıklık tepkisi geliştirmez? Nedenlerini araştırarak sınıfta paylaşınız.

Blastosistin rahim iç duvarına (endometriuma) tutunmasına **implantasyon** denir (Görsel 1.127). İmplantasyondan sonra embriyoyu koruyan; amniyon, koryon, vitellüs, allantoyis zarları oluşur. Bu zarlar, **embriyonik zarlar** adını alır.

Segmentasyon evresinden sonra hücre bölünme hızı azalır ve oluşan hücrelerin türe özgü şekil aldığı embriyonik gelişimin **büyüme** ve **farklılaşma** evreleri başlar.

Büyüme ve Farklılaşma (Embriyonik Evre)

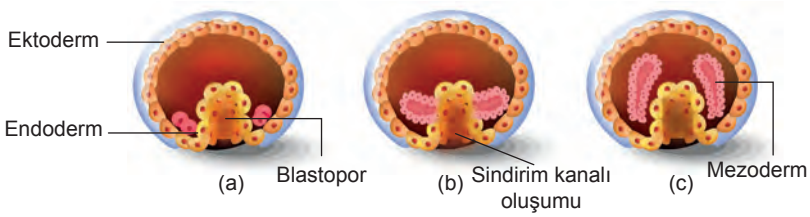
Embriyonik evre zigotun hücre yüzey alanını aşarak embriyonun büyüyüp geliştiği evreleri kapsar. Zigotta hücre bölünmeleri ve hücre kütlesinin artması sonucu büyüme, gelişme ve farklılaşma ile zigottan yeni bir birey meydana gelir. Bu süreçte **gastrulasyon**, **farklılaşma** ve **organogenez** evreleri gözlenir.

Gastrulasyon evresi, implantasyonun tamamlanmasıyla başlar. Blastosistin alt yüzeyindeki bir hücre takımı, hücre göçüyle blastula boşluğuna doğru hareket eder. Bu evrede tek tabakalı olan blastula, **gastrulaya** dönüşür. Gastrula boşluğu oluşur ve boşluğun dışarı açılan kısmına **blastopor** (ilk ağız) denir. Gastrula boşluğu ileriki dönemlerde sindirim borusunu, blastopor ise ağzı oluşturacaktır. Gastrulasyon evresinde, ileride çeşitli doku ve organları oluşturacak olan **ektoderm** (dış deri) ve **endoderm** (iç deri) hücre tabakaları meydana gelir. Örneğin ektoderm tabakasından kıl, tırnaklar, göz merceği gibi yapılar oluşur. Endodermden solunum yolu, karaciğer, pankreas gibi yapılar oluşur.

Bilgi Notu

Embriyonik zarlar:

- **Amniyon zarı**; amniyotik sıvı ile dolu keseyi kuşatarak, içindeki embriyoyu mekanik etkilere karşı koruyan en içteki zardır.
- **Vitellüs kesesi**, embriyonun gelişimi için ihtiyaç duyduğu besini depolar ve zarında bulunan kan damarları yoluyla besinleri, embriyoya iletir. İnsan embriyosunda ileriki dönemlerde plasenta oluşur. Embriyo bu oluşumdan sonra plasentadan beslendiği için vitellüs miktarı azdır. Gelişim döneminde insanlarda vitellüs, göbek kordonunun yapısına katılır.
- **Allantoyis**, erken gelişim evrelerinde belirli metabolik atıkların toplandığı kesedir. İnsanda allantoyise ihtiyaç olmadığından bu yapı da göbek kordonu yapısına katılır.
- **Koryon zarı**, allantoyis ile birlikte oksijen ve karbondioksit gazlarının değişimini sağlayan solunum organı gibi işlev görür. İnsanlarda plasentadaki villusların yapısına katılır.



Görsel 1.128: Gastrulasyon (a), farklılaşma (b ve c)

Farklılaşma evresinde gastrulasyondan sonra içeriye doğru göç eden hücreler blastosölde üçüncü bir tabaka oluşturur ve bu tabaka **mezoderm** (orta deri) adını alır. Mezoderm tabakası da endoderm ve ektoderm tabakası gibi ilerde çeşitli doku ve organları meydana getirir.

Organogenez evresinde ektoderm, endoderm ve mezoderm tabakalarından, organ taslakları oluşur. Örneğin mezoderm tabakasından böbrek, üreme organları gibi yapılar oluşur. Birçok organ, birden fazla embriyonik tabakadan meydana gelebilir. Örneğin sindirim borusunun ön ucu ağızdır ve ağız içi ektodermden köken alırken bağırsak epiteli endodermden köken alır. Buna **embriyonik indüksiyon** denir (Görsel 1.128).

Organogenezde ilk oluşan organlar beyin ve omuriliktir. Organ oluşumu, gebeliğin ilk üç ayında gerçekleşir. Bu nedenle gebeliğin ilk üç ayında yetersiz beslenme, bazı ilaçlar, virütik hastalıklar, radyasyon gibi etkenler embriyonun gelişimini olumsuz etkileyebilir. Organogenezin ardından hücre büyümesi ve farklılaşması gerçekleşir. Kendi işlevlerini yapacak hücreler bir araya gelerek dokuları, dokular da organların oluşumunu sağlar. Organogenez sürecinde bazı hücreler kendi yerlerinden ayrılarak başka yerlere göç ederken bazı hücreler de ölüme programlanmıştır. Buna **apoptozis** denir. Parmaklar arasındaki boşluklar, sindirim kanalı boşluğu, kalbin karıncık ve kulakçık içindeki yapılar gibi boşluklar bu programlanmış hücre ölümleri sayesinde gerçekleşir.

Bilgi Notu

Embriyonik indüksiyon: Embriyonik hücrelerin sayısı arttıkça hücre yüzey proteinleri aracılığıyla temas etme, sinyal alıp verme, komşu hücreler tarafından büyüme faktörlerinin etkisinin sağlanması gerçekleşir. Tüm bunlar hücreleri belli bir yola yönlendirerek değişikliklere neden olur. Bu olaya embriyonik indüksiyon denir.

Plasenta

Blastosistin dış tabakası dışarı doğru büyüyüp endometriyumla birleşerek **plasenta**yı oluşturur. Gelişmenin ilk 2-4 haftalık döneminde embriyo, besin ihtiyacını endometriyumdan karşılar. Plasenta, hem anneye hem de embriyoya ait kan damarlarını içeren disk şeklinde bir yapıdır. Dıştan içe doğru koryon ve amniyon zarından oluşur. Bu zarların arasından iki atardamar, bir toplardamar göbek kordununu oluşturur. Göbek kordonundaki kan embriyoya aittir (Görsel 1.129).

Göbek kordonunun amacı plasenta ile bebek arasındaki madde alışverişini sağlayan damarları korumaktır. Annenin atardamarıyla getirilen kan, plasentadaki kan gölcüklerine boşaltılır. Bu kandaki besin, oksijen, vitamin, mineral ve antikor gibi faydalı maddeler göbek kordonundaki toplardamar ile embriyoya ulaştırılır. Embriyoya ait kılcallar ve villuslar, plasentanın anne tarafına doğru çıkıntılar oluşturur. Madde değişimi fetüs kılcal damar yatağı ve annenin kan gölcükleri arasında difüzyon, aktif taşıma ve seçici emilimle gerçekleşir.

UYARI ! *İnsanda plasentadan salgılanan gonadotropine "insan koryonik gonadotropini (hCG)" adı verilir. Bu hormon korpus luteumun büyümesini sağlayarak progesteron ve östrojen hormonlarının salgılanmasını sağlar. hCG'nin, erken gebelik döneminde kan ve idrarda bulunması gebelik tespitinde kullanılır.*

Bilgi Notu

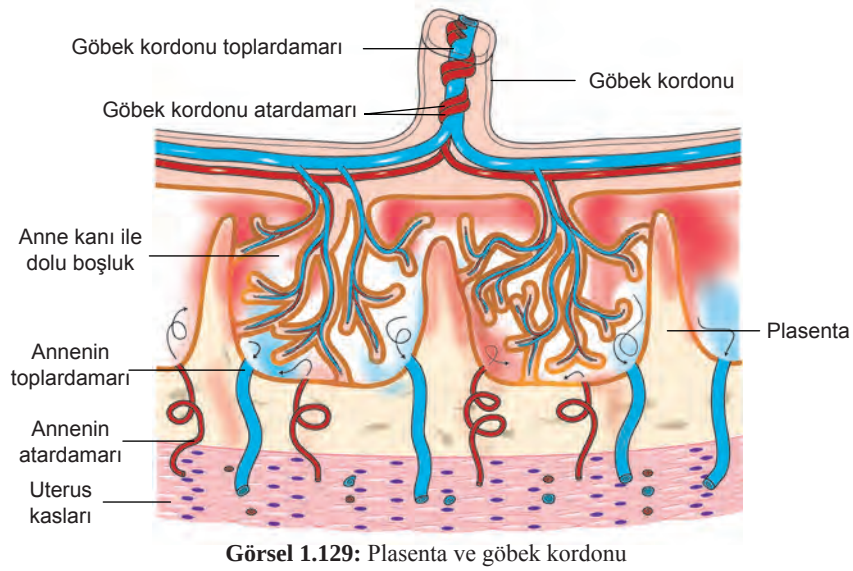
Göbek kordonu: Doğum sırasında göbek kordonu içinde kalan kana kordon kanı denir. Kordon kanı kök hücre elde edilebilecek en genç kök hücreleri barındırır. Bunlar saklanmak için dondurulduklarında yaşlanma ve yıpranma süreçleri de durdurulmuş olur. Kordon kanı kök hücrelerinin kemik iliği kök hücrelerine göre üreme hızı daha fazladır. Kordon kanı, lösemi, lenfoma, orak hücreli anemi gibi pek çok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Ülkemizde "kordon kanı" bankası olarak hizmet veren kuruluşlar bulunmaktadır. *(Kaynak: http://e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/eczaciodasiyayinlari/ila_habr-oca04/9.pdf, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 08.11.2017)*

Bilgi Notu

Plasenta: Plasentadaki olaylarla ilgili bilgilere http://www.eba.gov.tr/video/izle/3521f10af7ffae8204e-8d836ab6ca582fb77cc76b8027 adresinden izleyerek ulaşabilirsiniz. (Erişim tarihi: 12.02.2018)

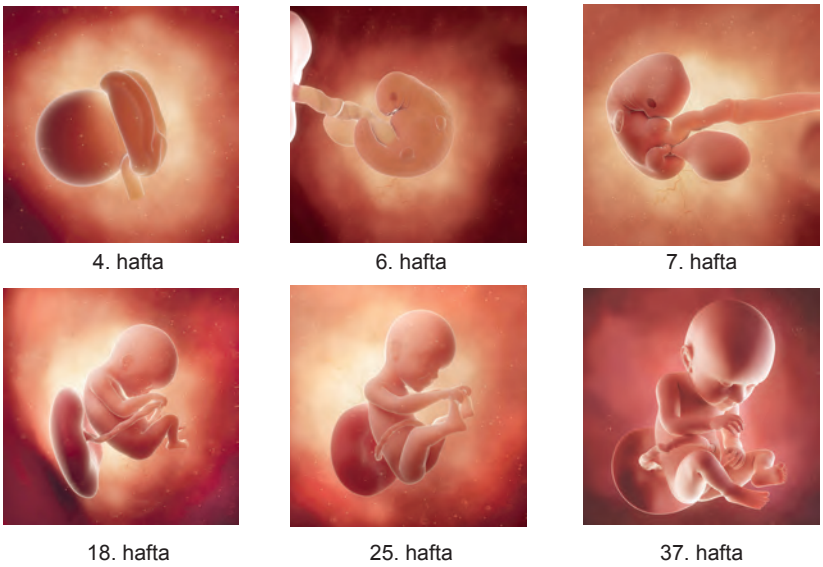
Embriyonun ürettiği karbondioksit, amonyak gibi zararlı maddeler göbek kordonundaki atardamarlar ile **plasenta**ya oradan da annenin boşaltım organlarına ulaştırılır. Anne ve embriyo, plasentada madde alışverişi yaparak embriyonun beslenmesini, bağışıklıkla korunmasını, solunum gazlarının alınıp verilmesini ve embriyonun metabolik atıklarının uzaklaştırılmasını sağlar. Anne kanı, bir toplardamar aracılığıyla plasentadan ayrılır.

UYARI ! *Atardamarlar, fetüs metabolizmasıyla oluşan atıkları plasentaya taşırken toplardamar anne kanından alınan besin, oksijen ve yararlı tüm molekülleri fetüse iletir. Embriyoda solunum, sindirim ve boşaltım sistemleri aktif görev yapmaz.*



Görsel 1.129: Plasenta ve göbek kordonu

Fetal Evre



Görsel 1.130: İnsan embriyosunun haftalara göre gelişim görüntüleri

Araştıralım-Paylaşalım

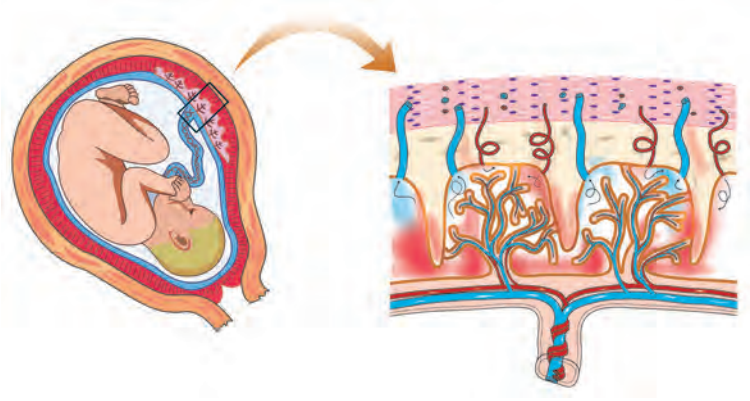
Fetal dönemde bebeğin büyük ve küçük kan dolaşımı nasıl gerçekleşir? Araştırınız ve sunum yaparak sınıfınızda paylaşınız.

Döllenmenin 4. haftasında kalp, dakikada yaklaşık 65 atımla çalışmaya başlamıştır (Görsel 1.130). Gebeliğin 3. ayından sonra embriyo, **fetüs** olarak adlandırılır. Bu döneme **fetal evre** denir. Fetal evrede organlar artık daha belirgin bir hâl alır. Ancak doğuma kadar hatta doğumda bile fetüsün sinir sistemi, böbrekler ve karaciğer gelişimi tam anlamıyla tamamlanmamıştır.

Dördüncü aydan sonra fetüsün organları, yeni doğanınkiyle neredeyse aynıdır. Ancak organlardaki hücresel değişim devam eder. Fetüs özellikle gebeliğin son 3 ayında ağırlaşır ve boyca uzar. Amniyotik boşlukta hava bulunmadığından fetal yaşam sürecinde solunum işlevi oluşamaz.

Gebeliğin 3 ve 4. aylarında omurilik ve beyin sapı ile ilgili refleksler oluşmasına rağmen merkezî sinir sisteminin beyin kabuğunu ilgilendiren işlevleri doğumda bile tam gelişmemiştir.

Fetüs böbrekleri idrar yapımına gebeliğin yaklaşık 6. ayında başlar ve amniyon sıvısının yaklaşık %70-80'i fetüs idrarından oluşur. Fakat bu idrar, kandaki atıklar göbek kordonu ile uzaklaştırıldığından tam bir idrar değildir. Fetüste böbrek gelişimindeki bozukluklar amniyon sıvısı oluşumunu azaltır ve fetüsün ölümüne yol açabilir.



Görsel 1.131: Doğuma hazır olan fetüs görüntüsü

Araştıralım-Paylaşalım

Anne sütü ile diğer canlıların ürettiği sütler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir? Araştırma sonuçlarınızı sunu hâlinde sınıfınızda paylaşınız.

Genellikle hamileliğin tamamlanması sonucu yaklaşık 270 gün sonra çocuk doğar. Bu dönemden önce doğan çocuklar **prematüre** olarak adlandırılır. Doğum başladığında uterustaki kasılmalar sayesinde serviks genişler. Serviksin genişlemesi, **oksitosin** salgısını artıran sinirlerin uyarılmasına neden olur. Salgılanan oksitosin, uterusun kasılmalarını artırır ve doğum gerçekleşir (Görsel 1.131). Ayrıca oksitosin salgısı süt kanallarına sütün dolmasını sağlayarak doğan bebeğin beslenmesini ve annenin bu duruma hazır olmasını sağlar. Gebelikte; fetüs (yaklaşık 3500 g), plasenta, amniyon sıvısı, uterus, meme dokusu gibi yapıların ağırlığının artmasıyla anne, yaklaşık 12.5 kg alır.

Hamilelikte Bebeğin Gelişimini Olumsuz Etkileyen Faktörler

Gebelik süreci hem genetik hem de çevresel faktörlerden etkilenen bir süreçtir. Bebeğin gelişimini etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biri annenin ve çevresindekilerin kullandığı **zararlı maddeler**dir. Sigara, alkol, madde bağımlılığı gibi alışkanlıklar anne ve bebek sağlığını doğrudan olumsuz etkiler. Sigara dumanındaki zehirli maddeler, fetüsün normal gelişimini engelleyerek düşüklere veya düşük doğum ağırlıklı prematüre bebeklerin doğmasına neden olmaktadır. Sigara dumanında bulunan karbonmonoksit, kanda hemoglobinle birleşerek anne ve bebek kanının oksijenlenmesini önler. Nikotin de plasenta yoluyla bebeğe geçerek damar sistemine zarar verir. Alkol kullanımı fetüste hücre bölünmelerine ve farklılaşmalarına etki ederek gelişimi engeller. Doğuma yakın alınan alkol, fetüsün beyin gelişimine zarar verir. Annenin bağımlılık yapıcı madde kullanması fetüste büyüme ve gelişme geriliğine ve erken doğuma neden olur.

Yetersiz beslenme, alkol ve sigara kullanımı, sindirim bozuklukları **folik asit eksikliği**ne neden olabilir. Folik asit, suda çözünebilen B_9 vitaminidir. Hamilelikte annenin folik asit ihtiyacı artar. Gebelik döneminde alınan folik asit özellikle bebeğin erken gelişim dönemlerinde sinir tüpü (nöral tüp) bozukluklarını engelleyerek sinir sisteminin sağlıklı gelişimini sağlar. Folik asit kullanımına gebelikten bir süre sonra da devam edilmesi, anne ve yenidoğanda anemiyi engeller. Folik asit, bebekte DNA ve protein sentezinin sağlıklı yürütülmesini sağlar. Folik asit; ıspanak gibi koyu yeşil yapraklı sebzeler, et, yumurta, karaciğer ve baklagillerde bol miktarda bulunur.

Gebelikte düzenli ve yeterli beslenme; annenin sağlığının korunması, bebeğin normal büyüme ve gelişimi için önemlidir. Sağlıklı bir gebelik dönemi için tüm besin maddelerinden yeterli ve dengeli şekilde alınması anneyi ve bebeği anemiden koruduğu gibi hücre bölünmelerinin sağlıklı gerçekleşmesini sağlar.

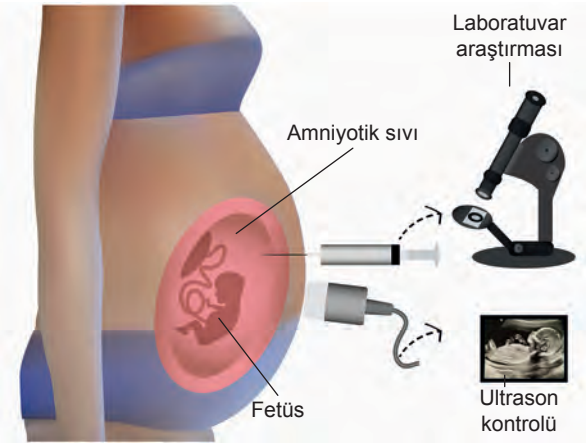
Hamilelikte vitamin ihtiyacı artar. Bebekte; B_{12} vitamini ve folik asit, bebeğin alyuvar yapımı ve sinir sisteminin gelişimi; D vitamini kemik gelişimi; C vitamini bağ doku ve bağışıklık sistemi için gereklidir. Bebeğin ihtiyacı olan kalsiyum, demir gibi mineraller, enerji ham maddesi olan organik bileşikler anneden plasenta yoluyla bebeğe aktarıldığı için annenin sağlıklı beslenmesi bebeğin sağlıklı büyümesi ve gelişmesi anlamına gelir.

Radyasyon, X ışını, çeşitli kimyasallar (ağır metaller, çeşitli ilaç grupları, pestisitler), bulaşıcı hastalık etkenleri içeren ortamlar, çalışma şartları ağır ve yoğun olan bazı meslek grupları; sigara, alkol, madde bağımlılığı gibi zararlı alışkanlıklar; yetersiz ve dengesiz beslenme hamileliği olumsuz etkiler. Bu durum ölü doğum, düşük, gebelik zehirlenmesi, kansızlık gibi sonuçlara neden olabilir.

Bu tür olumsuzlukların önlenmesi ve erken tespiti için gebelik dönemi düzenli aralıklarla takip edilmelidir. Takiplerde gebenin; boyu, kilosu, kan basıncı, kan şekeri, kan uyuşmazlığı, cinsel yolla bulaşan hastalıklar, antijen- antikor taramaları gibi tetkiklerin yanında **ultrasonografik takip** de yapılmalıdır. Takipler sırasında bebeğin; boyu, kilosu, vücut ve organlarının gelişimi izlenir. Anneye **tetanos aşısı** yapılması, anne ve bebeği doğum anında bulaşabilecek tetanos bakterisine karşı korur.

Bilgi Notu

Ultrasonografik takip: Gebelik tanı ve ontrollerinde fetüsü izlemek için yapılan ultrasonografi (USG) işlemidir. Gebeliğin 11., 14., 18., 23., 32. ve 38. haftalarında yapılması tavsiye edilir. İşlem radyasyon içermediği için bebeğe zarar vermez.



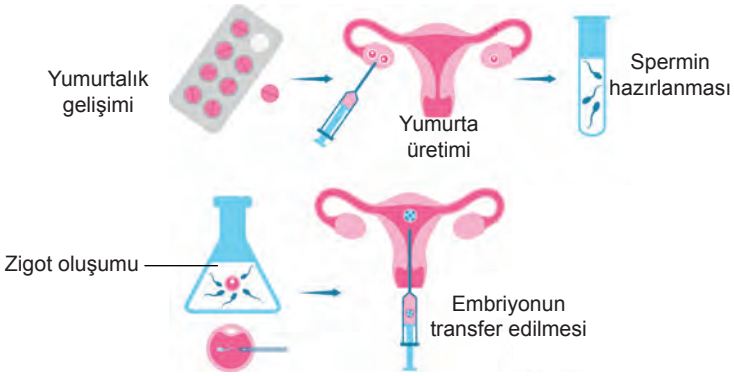
Görsel 1.132: Amniyosentezin yapılma şekli

Anne yaşının 35'in üzerinde olması, ailede kromozomal anormallik, ultrasondaki şüpheli durumlar gibi riskli gebeliklerde, genellikle 15-20. haftaları arasında **amniyosentez** uygulanır (Görsel 1.132). Amniyosentezde, amniyon sıvısından alınan örnekte **kromozomal taramalar** yapılarak genetik riskler tespit edilir.

Tüp Bebek Uygulamaları

Kısırlık (infertilite), yoğun tıbbi incelemeler sonucu nedeni anlaşılabilen klinik bir sorundur. Kısırlığın nedenleri çeşitli olup üremeyle ilgili bir kusur erkekte veya kadında olabilir. Çocuk sahibi olamayan çiftler, hormon tedavisi ve cerrahi müdahaleler veya yardımlı üreme teknolojileriyle tedavi edilebilmektedir.

Bu sorunun çözümünde yardımlı üreme teknolojileri kullanılır. Bu yöntem **in vitro fertilizasyon** (IVF) **yöntemi** olarak isimlendirilir. Hormon ve ilaç takviyesiyle çok sayıda yumurta elde edilir. Laboratuvar ortamında olgun yumurtaların alınıp yanlarına hareketli spermlerin bırakılmasıyla gerçekleştirilir. Yumurtanın döllenmesi sonucu oluşan zigot, sekiz hücreli evrede iken doğuma kadar gelişeceği rahme yerleştirilir (Görsel 1.133).

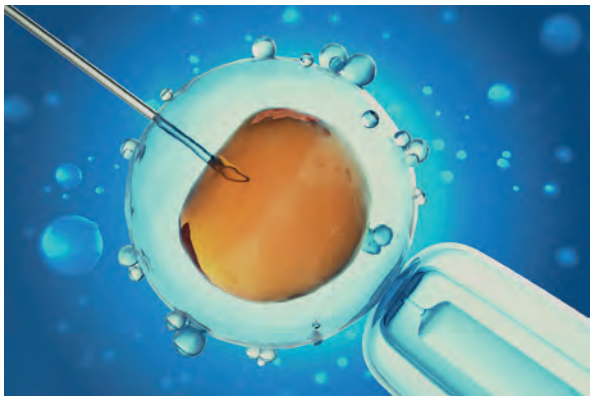


Görsel 1.133: İn vitro fertilizasyon yöntemi

Araştıralım-Paylaşalım

İn vitro fertilizasyon yönteminde sıklıkla çoklu doğumlar görülebilmektedir. Bunun nedenlerini araştırarak sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

Metafaz II aşamasındaki ikincil oositin sitoplazmasına tek bir sperm çekirdeği, mikropipet yardımıyla yerleştirilirse bu yöntem **mikroenjeksiyon yöntemi** adını alır. Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen bu işlemler sonrası elde edilen döllenmiş yumurtalar; ısı, nem, oksijen ve karbondioksit oranları özel olarak belirlenmiş, rahime benzer bir besin ortamında bir süre bekletilir. İlk bölünmeleri geçiren embriyo, anne rahimine yerleştirilir. Bu in vitro yöntemler tüp bebek uygulamaları olarak isimlendirilmektedir (Görsel 1.134).



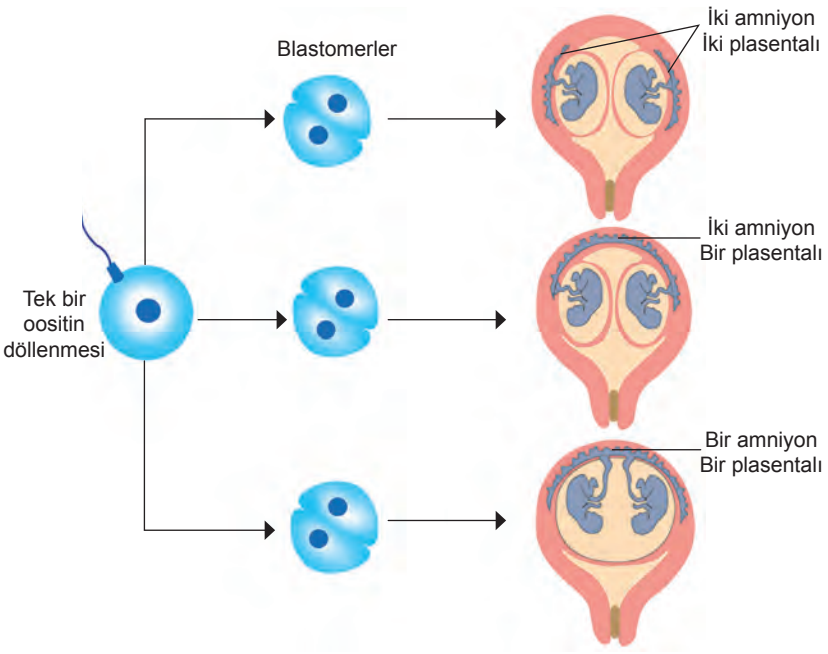
Görsel 1.134: Mikroenjeksiyon

Tüp bebek uygulamaları esnasında aile ve sağlık çalışanlarının; toplumsal değerlere, ahlak ve hukuk kurallarına, özel yaşamın saygınlığına gerekli özeni göstermesi önemlidir. Anne ve bebeğin yaşama hakkına gerekli önem verilmeli; ailenin çocuk bakımı ve eğitimi konusunda eğitim alması desteklenmelidir.

Aile hekimliği, toplum sağlığı merkezleri, birinci basamak sağlık hizmeti veren kuruluşlar, Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Merkezleri, hastanelerin ilgili bölümleri; aile planlaması hizmetleri; bilgilendirme eğitim ve danışmanlık yapmaktadır.

Çoğul Gebelikler

İkizlik, en sık rastlanan çoğul gebelik türüdür. Tek yumurta ikizleri ve çift yumurta ikizleri şeklinde olabilmektedir. Tek yumurta ikizliğinde; yumurtlama ve döllenme olayları normal olarak gerçekleşir ve rahime tek bir zigot gömülür. Embriyonun erken gelişim dönemlerinde farklı aşamalarda hücreler birbirinden ayrılarak iki embriyo oluşturur. Gelişen embriyolardan oluşan ikizlerin genetik yapıları aynı olduğundan cinsiyet ve kan grupları aynıdır. Bu kardeşler doku transplantasyonuna uygundur (Görsel 1.135).



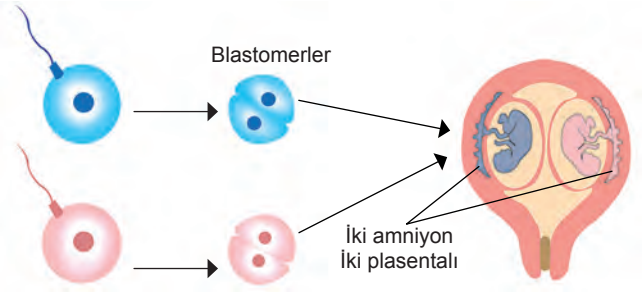
Görsel 1.135: Tek yumurta ikizliğinin oluşma şekilleri

Çift yumurta ikizlerinde; aynı veya farklı yumurtalıkta eş zamanlı olarak foliküller gelişir. Yumurtlama ile iki adet oosit yumurta kanalına bırakılır. Bu oositler ayrı ayrı döllenir ve rahime ulaştıklarında ikisi de buraya gömülür (Görsel 1.136). Bu tür ikizlikte sadece kardeş benzerliği görülür. Cinsiyetleri ve kan grupları farklı olabilir. Bu kardeşler **doku transplantasyonu** için uygun değildir.

Çoğul gebelikler ikizlik dışında üçüz, dördüz, beşiz vb. şeklinde de görülebilir. Bu gebeliklerde genellikle fetüs sayısı arttıkça anne ve bebeğin sağlığı olumsuz etkilenebilmektedir. Bu durum bebeklerin düşük kiloda doğmasına, bazı gelişim sorunlarına hatta ölümlerine sebep olabilmektedir.

Bilgi Notu

Doku transplantasyonu: Herhangi bir doku veya organın tedavi amacıyla hastaya nakledilmesidir. Bazı durumlarda nakledilen organ ya da dokular bağışıklık sistemi nedeniyle reddedilebilir. Çünkü alıcı, nakledilen dokuya karşı bağışıklık yanıtı geliştirmiştir. Tek yumurta ikizlerinde yapılan transplantasyonlarda doku reddi gelişmez.



Görsel 1.136: Çift yumurta ikizliğinin oluşması

1.7.3. Üreme Sisteminin Sağlığının Korunması

Üreme sisteminin sağlığı, sadece işlevlerinin ve sürecin değil bunlara ek olarak fiziksel ve zihinsel yönleriyle de sağlıklı olmasını ifade eder. Cinsel yollarla bulaşan hastalıklar, üreme sistemi sağlığını olumsuz etkiler. Bulaşma ihtimali yüksek olan cinsel yolla bulaşan hastalıklar arasında **genital siğil** (HPV), **frengi** (sifiliz), **bel soğukluğu**, **hepatit B**, **AIDS** gösterilebilir.

Genital siğil; genital bölgede görülen, HPV (Human Papilloma Virus) adlı virüse bağlı olarak cinsel yolla bulaşan bir hastalıktır. HPV'nin düşük riskli olan tipleri siğillere neden olurken yüksek riskli olanlar rahim ağzı kanserine (serviks kanseri) neden olabilmektedir. Virüse özel bir tedavi şekli bulunmamaktadır. HPV'nin dört tipine karşı, cinsel teması olmamış olanlarda aşı uygulaması yapılmaktadır. Cinsel yaşamı başlamış olan kadınlarda farklı HPV tipleri bulaşmış olabileceğinden aşı koruyucu olmasına rağmen cinsel teması olmamış kişilere göre aşının koruyuculuğu daha azdır. Ancak her iki durumda da aşı tamamıyla koruyucu olamamaktadır.

Frengi (Sifiliz), *Treponema pallidum* (Treponema pallidum) bakterisinin neden olduğu cinsel yolla bulaşan bir hastalıktır. Aynı zamanda kan veya plasenta yoluyla anneden çocuğa bulaşabilir. Belirtileri; vücutta ortaya çıkan döküntüler, genital bölgede yaralar, ağız içinde beyaz kabarık lezyonlar olarak görülür. Hastalık ilerledikçe vücutta farklı rahatsızlıkların da ortaya çıkma riski de artmaktadır. Tedavisi erken teşhise bağlı olarak değişmektedir.

Bel soğukluğu (Gonore), *Neisseria gonorrhoeae* (Nayzera gonore) bakterisinin neden olduğu cinsel yolla bulaşan bir hastalıktır. Belirti olarak idrardan sonra yanma ve karın bölgesinde ağrı görülür.

Gençlik ve yetişkinlik dönemlerinde yeterince ve doğru bilgilenmeme sonucunda HIV/AIDS, hepatit B, bel soğukluğu, frengi gibi rahatsızlıklara yakalanma, bu hastalıkların farkında olmama, tedavi olmama/olamama, çok genç ya da geç yaşta ebeveyn olma, nitelikli sağlık hizmetlerinden yararlanmama/yararlanamama gibi durumlar, üreme sisteminin sağlığını bozmaktadır.

Araştıralım-Paylaşalım

Sınıfınızda konuya, gidilecek yere, gönüllülere göre farklı ekipler belirleyerek ayrı ekipler hâlinde Aile ve Sosyal Politikalar Müdürlüğünün farklı birimlerini ziyaret ediniz. Ziyaret sırasındaki izlenimlerinizi okul panosunda paylaşınız.

Herkes anayasamızca yaşama, bilgi edinme, güvende olma, güven duyma, mahremiyet, gizlilik, onurun korunması, hizmette süreklilik, görüş bildirme haklarına sahiptir ve bu doğrultuda sağlık hizmet birimlerinden bu hizmetleri talep etmelidir. Ayrıca ülkemizde bu taleplere ulaşmayı kolaylaştırmak ve bu hakkın kullanılmasını sağlamak amacıyla kurulan Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı çocuk, genç, yaşlı, kadın, erkek bireylere psikolojik veya tıbbî rehabilitasyon hizmetleri sunmaktadır.

Yapalım, Öğrenelim 5

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler	**Çalışmanın Yapıldığı Tarih**
Çalışmanın Adı	Üreme sistemi ve hastalıkları hakkında bilgi sahibi olmak
Çalışmanın Amacı	Üreme sisteminin sağlıklı yapısının korunması için yapılması gerekenlere ilişkin çıkarımlarda bulunma.
Malzeme ve Materyaller	• Röportaj soruları • Not defteri, kalem
Etkinliğin Yapılışı	• Yapılacak çalışma için önceden araştırma yapılarak sorular belirleyiniz. • Gruplara ayrılarak röportaj sorularını paylaşınız. • Grup olarak sorularınızı hastane yetkililerine sorunuz. • Elde ettiği sonuçları 5 dakikalık bir sunum hazırlayarak sınıfta paylaşınız. Sonuçları değerlendiriniz.
Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması	1. Görüşme sonucunuzu genel olarak değerlendirirseniz bireylerin sağlıklı üreme sistemine sahip olabilmesi için dikkat edilmesi gereken üç önemli husus belirleyiniz. 2. Bölgenizde görülen üreme sistemi rahatsızlıklarının (rahim ağzı kanseri, meme kanseri, prostat vb.) görülme sıklıkları nedir? Türkiye'nin diğer bölgelerine göre kıyasla bir farklılık var mıdır? Neden? 3. Üreme sistemi sağlığını korumak için başvurabileceğiniz kurumlar hangileridir?
Kaynak	ailehekimligi.gov.tr/; https://www.saglik.gov.tr/TR,11673/ana-cocuk-sagligi-ve-aile-planlamasi-genel-mudurlugu-turkiye-ureme-sagligi-programi-hizmet-cercevesi-raporu.html. Erişim Tarihi: 09.11.2017
Ders Öğretmeni	**Tarih/İmza**

Röportaj soruları 1

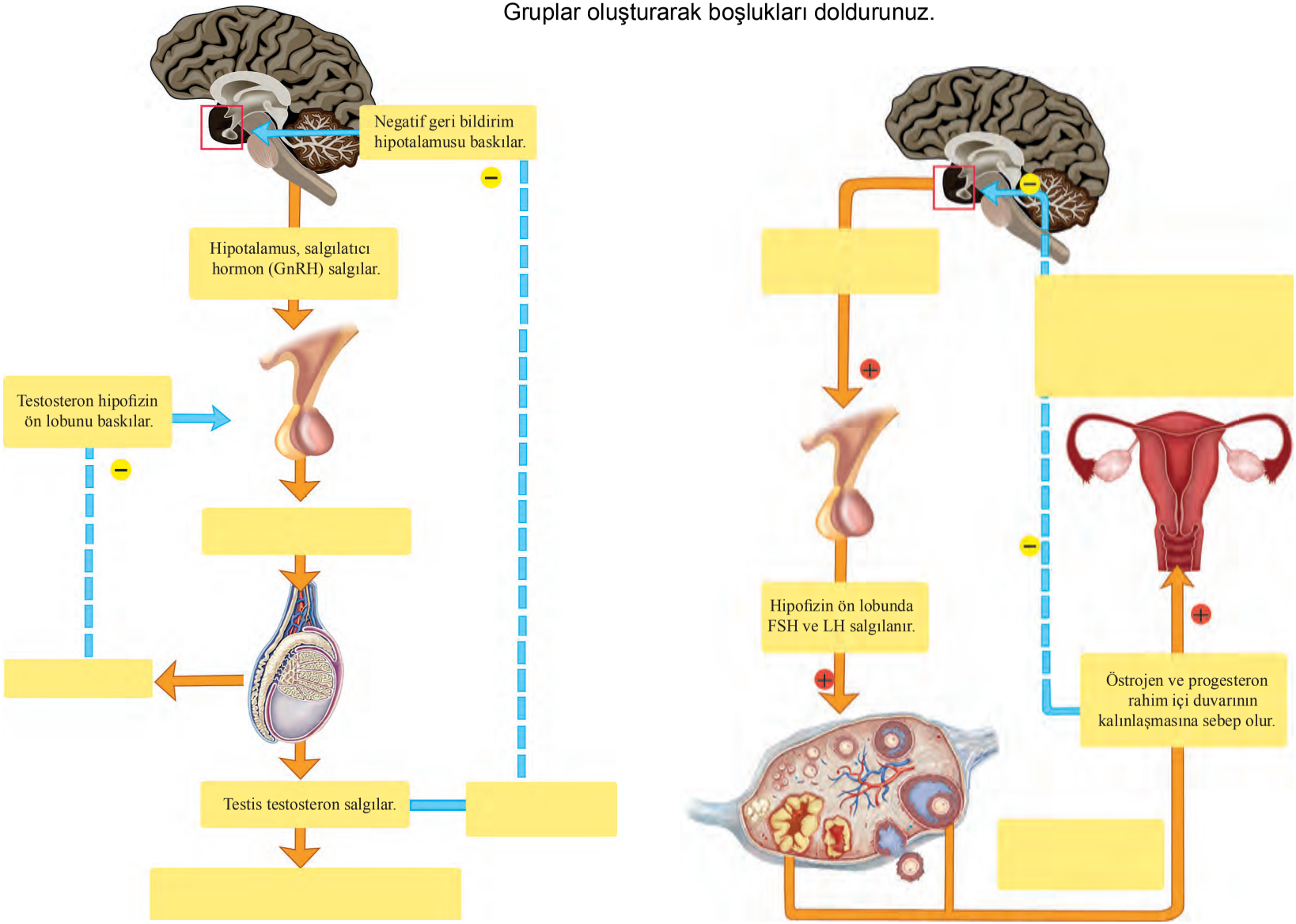
- Jinekoloji nedir? Jinekolojik muayene ne sıklıkla yapılmalıdır?
- Jinekolojik muayenelerin aksatılmaması neden önemlidir?
- Doğum yöntemi olarak normal doğumu mu sezaryeni mi önerirsiniz? Neden?
- Gebelik başladıktan sonra hangi testlerin yapılması gereklidir? Niçin?
- Gebenin beslenmesinde dikkat etmesi gereken hususlar nelerdir?

Röportaj soruları 2

- Üroloji nedir? Erkek bireylerde hangi sistemleri ilgilendirir?
- Önemli ürolojik hastalıklar nelerdir? Bu hastalıklardan nasıl korunulabilir?
- Erkek bireylerde sık görülen prostat kanseri teşhisinde kullanılan yeni yöntemler nelerdir?

İş Birlikli Kavram Haritası 4

Aşağıda dişi ve erkek üreme hormonlarının çalışma sistemi ilişkilendirilmiştir. Gruplar oluşturarak boşlukları doldurunuz.


Negatif geri bildirim hipotalamusu baskılar.
Hipotalamus, salgılatıcı hormon (GnRH) salgılar.
Testosteron hipofizin ön lobunu baskılar.
Testis testosteron salgılar.
Hipofizin ön lobunda FSH ve LH salgılanır.
Östrojen ve progesteron rahim içi duvarının kalınlaşmasına sebep olur.

1. Ünite

Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim
Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Üreme sistemi temel organları dişilerde ovaryum (yumurtalık), erkeklerde testislerdir (er bezleri). Bu iki organın dişi ve erkekteki temel görevi nedir?

.....

2. Gametogenez ne demektir? Açıklayınız.

.....

3. Dişi ve erkekte gametogenezi yöneten ortak hormonları ve bu hormonların cinsiyete göre farklılıklarını açıklayınız.

.....

4. Korpus luteum nedir? İşlevini açıklayınız.

.....

5. Erkek üreme sisteminde testislerin yapısında bulunan sertoli hücrelerinin görevi nedir?

.....

6.-7. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız.

Anne karnındaki erkek fetüsün testislerinin skrotuma inmesi, gebeliğin son 3 haftası ile 1 ayı içerisinde gerçekleşir. Bu iniş, testislerden salgılanan testosteron hormonunun uyarısıyla gerçekleşir. Bazı durumlarda testisler skrotuma inemez veya iniş yarım kalır. Testisler, karın boşluğunda kalır. Karın boşluğunda kalan testisler sperm üretme özelliğini kaybeder. Bu tip erkek çocuklarının testisleri, ergin cinsel yaşamları başlamadan önce operasyonla skrotuma indirilir. Fakat gelişmesi anormal olan testislerin, yeterli testosteronu salgılayamaması durumu devam eden erkeklerde cerrahi girişim başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir.

6. Testislerin karın boşluğundan inememesinin nedeni ne olabilir?

.....

7. Sperm üretimi için skrotumun önemi sizce nedir?

.....

8.-10. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız.

Anne sütü, bebeğin besin gereksinimi ve enfeksiyonlara karşı korunması için çok önemlidir. Anne sütü, farklı antikorlar ve enfeksiyon engelleyici maddeler içerir. İnsan sütü, inek sütünden bazı yönleriyle farklıdır. İnsan sütündeki laktoz oranı, inek sütünden yaklaşık %50 daha fazladır. İnek sütü ise insan sütünden daha fazla protein içerir. Anne emzirme döneminde metabolizması için gerekli olan maddelerin büyük kısmını kaybeder. Anne bu dönemde günde 2-3 gr kalsiyum ve fosfat kaybedebilir. Yeterli miktarda kalsiyum ve D vitamini almıyorsa paratiroit bezleri büyür ve kemikler kalsiyum kaybeder. Emzirme dönemlerinde gebelikte daha fazla dekalsifikasyon (kemikten kalsiyum çekilmesi) görülebilir.

8. Anne sütü ile inek sütü arasında dikkat çeken farklar nelerdir?

.....

9. Emzirme döneminde kalsiyum ve D vitamini takviyesi devam etmelidir. Neden?

.....

10. Emzirme dönemlerinde bazı durumlarda paratiroit bezi büyüyebilir. Neden?

.....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

11. Dişi üreme sisteminde döl yatağının en iç kısmında bulunan, kalınlaşabilen ……..... ..... tabakası bulunur.

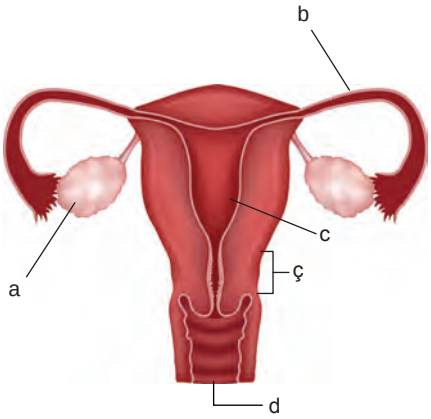
12. Embriyonun gelişimin başlangıcında çok sayıda hücreden oluşmuş dut görünümlü hücre topluluğuna ..... denir.

13. Embriyonik gelişimin erken dönemlerinde art arda hızla gerçekleşen hücre bölünmesi olayına .... denir.

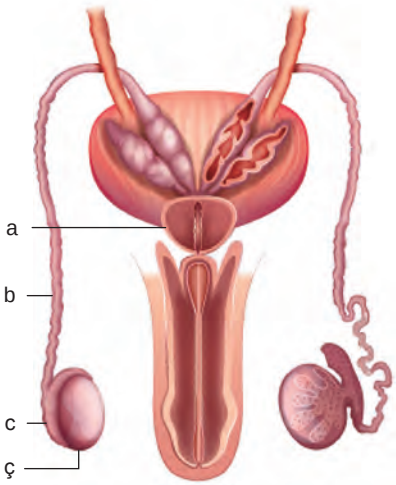
14. Embriyonun gelişimi esnasında ortaya çıkan içi sıvı dolu top görünümlü yapıya ....., bu yapı içindeki boşluğa ise .....denir.

15. Gebelik sırasında annenin geçirdiği virütik hastalık etkeni olan virüs, ...yoluyla bebeğe geçerek çeşitli anormalliklere neden olabilir.

16. Aşağıdaki görselde yapı ve organların isimlerini yazınız.



17. Aşağıdaki görselde yapı ve organların isimlerini yazınız.



18. Aşağıda üreme sisteminde oogenez ve spermatogenez olayları ile ilgili verilmiş ifadelerin doğru olanlarını "D", yanlış olanlarını "Y" ile belirleyiniz.

Dişinin yumurtalıklarında bulunan oogonium, mitoz bölünmelerle birincil oositi oluşturur.	
Birincil oosit, ergenliğe kadar mayoz I'in profazında bekler.	
Spermatogenez olayı ile sperm oluşumu, seminifer tüplerde gerçekleşir.	
İkincil oosit, yumurtlama olayı ile yumurta kanalına geçer.	
Erkek ve dişide tek bir üreme ana hücresinden (2n) bir adet üreme hücresi (n) oluşur.	

19. Aşağıda dişi üreme sisteminin hormonal kontrolü ile ilgili verilen ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Dişilerde üreme döngüleri, hipofizin salgılatıcı hormon (GnRH) salgılamasıyla başlar.	
FSH ve LH hormonları, folikülün büyüyüp gelişmesini uyarır.	
Yumurtlama olayından sonra yırtılan folikül, LH tarafından uyarılarak korpus luteuma dönüştürülür.	
Korpus luteumdan östrojen ve progesteron salgılanır.	
Korpus luteumdan salgılanan hormonlar, FSH ve LH miktarlarını arttırır.	

20. Aşağıda erkek üreme sistemi organları ile ilgili verilmiş ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Skrotum, sperm üretimi için uygun sıcaklık ortamının hazırlanmasına katkı sağlayan yapıdır.	
Epididimisten sonra spermlerin iletildiği sperm taşıma kanalı vas deferenstir.	
Üretra erkekte hem spermlerin hem de idrarın gönderildiği kanaldır.	
Testisler, embriyonik dönemin başlangıcında skrotumda gelişmeye başlayan yapılardır.	
Sperm hücreleri büyük ve hareketli hücrelerdir.	

21. İnsan üreme hücreleri ile ilgili verilmiş ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Oogenez, mayoz bölünme ile yumurta oluşum olayıdır.	
Spermatogenez, testislerdeki sertoli hücrelerinden salgılanan androjenler ile kontrol edilir.	
Sperm hücresinde bulunan lizozom benzeri organele akrozom denir.	
Oogoniumlar (yumurta ana hücreleri) haploid kromozomlu (n) hücrelerdir.	
Yumurta hücresi bol sitoplazmalı ve hareketsiz üreme hücreleridir.	

22. İnsan embriyosunun büyüme ve gelişmesi ile ilgili verilmiş ifadeler doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Zigotun ilk bölünmelerinde oluşan hücrelere blastomer adı verilir.	
Zigot hızlı mayoz bölünmeler geçirerek çok sayıda blastomer oluşturur.	
Segmentasyon esnasında embriyo hücrelerinin besin ihtiyacı sitoplazmalarından karşılanır.	
Embriyonik gelişiminin, gastrula evresinde embriyonik üç tabakanın oluşmasının ardından organogenez başlar.	
Organogenez esnasında hücre göçü, farklılaşma ve bazen de apoptizis görülür.	

23. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Frengi b) AIDS c) Genital siğil
ç) Hepatit B d) HPV e) HSV

I. HIV virüsünün sebep olduğu cinsel yolla bulaşan bir hastalıktır.	
II. Bu hastalık etkeninin yüksek riskli olanları, rahim ağzı kanserine (serviks kanseri) neden olabilmektedir.	
III. *Treponema pallidum* bakterisinin neden olduğu cinsel yolla bulaşan bir hastalıktır.	
IV. Genital bölgede siğillerin oluşuma neden olan virüstür.	
V. Kontrol altına alınmazsa karaciğer kanseri ve siroz gibi hastalıklara yol açan cinsel yollarla bulaşan hastalıktır.	

24. Aşağıda numaralarla verilen ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Amniyon sıvısı b) Koryon
c) Allantoyis ç) Amniyon zarı
d) Vitellus e) Zona pellusida

I. Embriyoyu dış ortamlardan gelebilecek mekanik darbelere karşı koruyan sıvı ortamıdır.	
II. Embriyoyu dıştan sararak bir kese oluşturan zar yapıdır.	
III. Gelişimin erken dönemlerinde embriyonun boşaltım atıklarını depolayan zar yapıdır.	
IV. Gelişimin erken dönemlerinde plasentadaki villusların yapısına katılan zarlardır.	
V. Yumurta hücresi sitoplazmasını ve içeriğindeki besinleri depolayan zar yapıdır.	

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

25. İnsan embriyosunun gelişiminde görülen;

I. organogenez (organ oluşumu),
II. dört blastomerli evre,
III. dut görünümlü hücre topluluğu (morula),
IV. birinci karın boşluğu (blastosöl),
V. ektoderm, mezoderm, endoderm tabakaları

yapılarının ortaya çıkış sırası seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I-II-III-IV-V
B) II-III-IV-V-I
C) III-IV-V-I-II
D) IV-II-V-I-III
E) I-IV-V-III-II

26. İnsanda görülen;

I. zigottan blastomerlerin oluşması,
II. oogoniumdan birincil oositin oluşması,
III. ikincil oositten ovum oluşması

olaylarının hangileri mitoz bölünme ile gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

27. İnsanda dişi üreme sistemine ait;

I. fallopi tüpü,
II. ovaryum,
III. uterus

yapılarından hangileri, doğrudan FSH ve LH hormonlarının tepki organıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

28. Hamilelikte ultrason yöntemi ile bebeğin izlenmesi aşağıdakilerden hangisinin saptanmasına olanak <u>sağlayamaz</u>?

A) Bebeğin büyüme ve gelişmesi
B) Bebeğin eksik veya fazla organları
C) Bebeğin kalp atışları
D) Bebeğin kaç haftalık olduğunun tespiti
E) Bebeğin kromozomal durumu

29. İnsanda embriyonun doğuma kadar büyüyüp geliştiği yapı olan döl yatağına uterus denir.
Uterusla ilgili olarak;

I. östrojen salgılayarak yumurta kanalını uyarır,
II. hipofizden salgılanan oksitosin etkisiyle kasılıp doğumu kolaylaştırır,
III. iç kısımdaki tabaka bol mukus ve kan damarı içeren endometriyumdur

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

30. İnsan için;

I. zigot,
II. yumurta ana hücresi,
III. sperm hücresi,
IV. yumurta hücresi

hücre çeşitlerinden hangilerinin, kromozom sayısı 2n (diploit)' dir?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve IV
D) I, II ve III E) I, II ve IV

31. Üreme sistemiyle ilgili olan;

I. segmentasyon,
II. oogenez,
III. spermatogenez,
IV. gastrulasyon

aşamalarından hangilerinde mayoz bölünme görülür?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

32. Folikül ve menstrüasyon evreleri sırasında görülen;

I. FSH ve LH hormonlarının, folikülün büyüyüp gelişmesini uyarması,
II. korpus luteum oluşması,
III. ikincil oositin yumurta kanalına geçmesi,
IV. östrojen ve progesteronun artışıyla FSH ve LH salgılarının azalması

olaylarının gerçekleşme sırası, aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I-II-III-IV
B) II-I-III-IV
C) I-III-II-IV
D) III-II-I-IV
E) IV-III-II-I

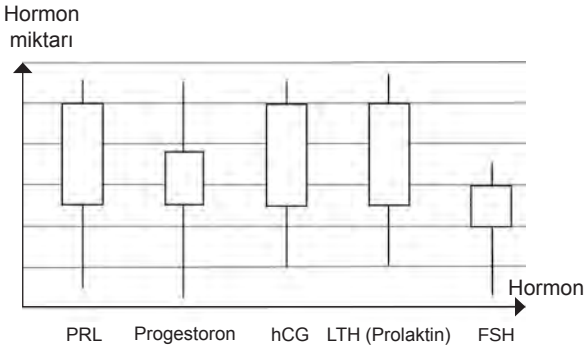
33. İnsanda 46 kromozom bulunduğu hâlde mayoz bölünme sonucunda oluşan gametlerin kromozom sayısı 23'tür.
Buna göre;

I. sitokinez gerçekleşmesi,
II. homolog kromozomların ayrılması,
III. krossing-over görülmesi,
IV. kardeş kromatitlerin ayrılması

olaylarından hangileri gametlerin haploid kromozomlu olmasını sağlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız IV
D) I ve IV E) III ve IV

34. Aşağıda bir dişide belli bir dönemde meydana gelen hormonal değişim grafiği verilmiştir.



Buna göre aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Bu verilere göre dişi birey hamiledir.
B) PRL hormonu yüksek olduğuna göre hamilelik metabolizması sağlıklı bir şekilde düzenleniyor olabilir.
C) hCG hormonu yüksek olduğuna göre düşük tehlikesi olmayabilir.
D) Progesteron salgısı hamilelikte de salgısı devam eden bir hormondur.
E) FSH etkisiyle yumurta yapımı devam etmektedir.

ÜNİTE 1 İnsan Fizyolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıda verilen kasların hangilerinin çalışması beyin kabuğu tarafından düzenlenmektedir?

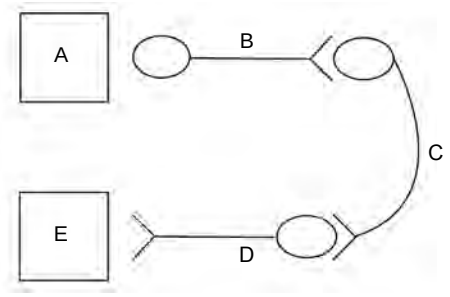
A) Kol kası
B) Kalp kası
C) Mide kası
D) İnce bağırsak kası
E) Kan damarı kasları

2. Aşağıda insan vücudunda gerçekleşen olaylar verilmiştir.

Bu olaylardan hangisi otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilmez?

A) Göz küresinin sağa-sola dönmesi
B) Kalbin yavaş veya hızlı çalışması
C) Bağırsak kaslarının peristalsis hareket yapması
D) Tükürük salgısının artması
E) Akciğer alveollerin genişleyip daralması

3. Aşağıda verilen şekilde uyartı iletiminde görev alan bazı yapılar; A, B, C, D, E harfleri ile gösterilmiştir.



Bu şekilde verilenlere göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) B yapısı, bilgiyi vücudun çeşitli doku ve organlarından alarak merkezî sinir sistemine taşıyan duyu nöronudur.
B) C yapısı, merkezî sinir sisteminde bulunur.
C) A yapısı, tepki (efektör) organıdır.
D) D yapısı, uyarıyı merkezî sinir sisteminden kas ya da bezlere taşıyan motor nörondur.
E) B yapısı çevresel sinir sisteminde bulunur.

4. Çok sıcak ortamlarda bulunan insanlara içmesi için bol miktarda su verilirse yüksek sıcaklıklara dayanabilirler. Bu durumda buharlaşma yoluyla vücut serin tutulurken buharlaşan sıvı da yerine koyulur. Yaklaşık 200 yıl önce bir İngiliz bilim insanı, 120 °C oda sıcaklığında, yanındaki bifteğin neredeyse pişmesine rağmen, aldığı bol miktardaki suyun yardımıyla 45 dakika vücut sıcaklığı yükselmeden bu ortamda durabilmişti. Bu gibi durumlarda terleme hızı saatte 3 litreyi aşabilir. Kaybedilen su yerine konulmazsa ve su açığı vücut ağırlığının %15-20'lerine ulaşırsa ölüm meydana gelebilir. Bu durum ADH salgılanmasıyla düzenlenmeye çalışılsa da yeterli olmaz.

Bu paragrafa göre aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Homeostazinin sağlanması için vücuttan kaybedilenler yerine konulmalıdır.
B) Buharlaşma vücut ısısının artmasına neden olur.
C) Sıcak havalarda vücuttan kaybedilen su, hayati risk oluşturabilir.
D) Vücuttaki su dengesini sinir sistemi ve endokrin sistem birlikte sağlar.
E) Canlılar sıcak havaya uyum sağlamak için terleyerek vücut ısısını düşürür.

5. Epitel doku ile ilgili olarak;

I. duyuları alma,
II. koruma,
III. kan üretme,
IV. emilim yapma,
V. salgı üretme

görevlerinden hangileri doğrudur?

A) I, II, IV ve V
B) I, II, III ve IV
C) II, III, IV ve V
D) I, III, IV ve V
E) I, II, III, IV ve V

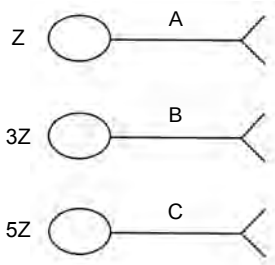
6. İnsandaki doku tiplerinde görülen;

I. bazı organlara mekanik destek sağlama,
II. vücut savunmasında destek sağlama,
III. hücreler arası madde bulundurma,
IV. hücre ve lif çeşitleri bulundurma,
V. impuls oluşturma

özelliklerinden hangileri bağ dokuda gözlemlenir?

A) I ve II B) II ve IV C) I, III ve V
D) I, II, III ve IV E) I, II, III, IV ve V

7. Aynı özelliklere sahip A, B, C harfleri ile simgelenen üç motor nöronun eşik şiddetleri Z kadardır. Bu nöronlara sırasıyla Z, 3Z, 5Z şiddetlerinde uyartı verilmiştir.



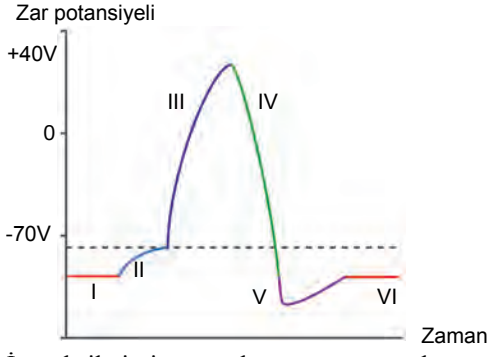
Buna göre;

I. C nöronunda impuls iletim hızı en yüksektir,
II. Nöronların hepsinde uyarıya karşı tepki oluşur,
III. B nöronunun uyardığı kasta tepki şiddeti, C nöronunun uyardığı kastakinden azdır,
IV. Oluşan impuls sayıları küçükten büyüğe A, B, C şeklinde sıralanabilir

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I, II ve III
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

8.



İmpuls iletimi sırasında nöronun zarında meydana gelen potansiyel yük değişimi yukarıdaki grafikte verilmiştir. II numaralı bölgede Na^+ kapıları, III numaralı bölgenin bitiminde K^+ kapıları açılırken V numaralı bölgede K^+ kapıları kapanır.

Buna göre;

I. I ve VI numaralı bölge nörondaki polarizasyonu göstermektedir,
II. III numaralı bölge, nörondaki depolarizasyonu, IV numaralı bölge repolarizasyonu göstermektedir,
III. IV numaralı bölgede hücre içi negatif, hücre dışı pozitif yüklüdür,
IV. I ve III numaralı durumlarda nöron aktif taşıma yapar,
V. VI numaralı bölgede nöron, aksiyon potansiyelini oluşturmak için hazır hâle dönmüştür

ifadelerinden hangisi yanlıştır?

A) I B) II C) III
D) IV E) V

9. Reflekslerle ilgili olarak;

I. refleks oluştuğunda uyarılar önce omuriliğe daha sonra beyne ulaşır,
II. beyin, refleksin sonucundan haberdar olur,
III. yüzme, bisiklet sürme gibi harketler önce beynin etkisiyle öğrenilir daha sonra omurilik tarafından otomatik gerçekleştirilir,
IV. alışkanlık hâline gelmiş davranışlardaki hata, beyin tarafından düzeltilir

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

10. Sağlıklı bir insanda uyku sırasında aşağıda verilen beyin bölgelerinden hangisi aktif durumda değildir?

A) Omurilik soğanı
B) Omurilik
C) Hipotalamus
D) Beyin kabuğu
E) Beyin sapı

11. Bir cismin;

I. kendiliğinden ışık yayma,
II. ışığı yansıtabilme,
III ışığı soğurabilme

özelliklerinden hangileri bu cismin görülmesini sağlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

12. MS (multipl skleroz) hastalığı, merkezî sinir sistemindeki nöronları etkileyen bir hastalıktır. Vücut kendi nöronlarını yabancı bir madde olarak algılayarak onlara karşı savaş açar ve nöronların miyelin kılıflarına zarar verir. Miyelin kılıfları zarar görmüş nöronlar, gelen uyartıları aktaramaz veya yanlış aktarır. Sonuçta bireyde halsizlik, karıncalanma, uyuşma, duyu eksikliği, denge bozukluğu, görme kaybı, çift görme, kaslarda sertlik ve güçsüzlük gibi durumlar gözlemlenir.

Buna göre, MS hastalığı ile ilgili;

I. vücuttaki sistemler arasında koordinasyon bozukluğuna neden olduğu,
II. nöronların yapısını ve işlevini bozduğu,
III. mikrobik bir hastalık olduğu

sonuçlarından hangileri çıkarılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

13. Bir çiçeği koklayan Yağız'ın çiçeğin kokusunu algılayabilmesi için;

I. reseptörlerin uyarılması,
II. koku soğancığına iletinin gelmesi,
III. kokunun algılanması,
IV. koku taneciklerinin çözümlenmesi

olaylarının meydana geliş sırası, aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I-II-III-IV
B) IV-I-II-III
C) III-I-II-IV
D) II-III-I-IV
E) I-II-IV-III

14. İnsanda aşağıda verilen hormonlardan hangisi kandaki madde miktarını arttırıcı yönde etkiye sahip değildir?

A) Kortizol
B) Tiroksin
C) Parathormon
D) Glukagon
E) ADH

15. Bir insanda farklı uyarılara karşı vücudun oluşturduğu tepki çeşitleri aşağıda özetlenmiştir:

I. Uyarı → Nöron → Merkezî sinir sistemi
II. Uyarı → Nöron → Bez → Kan damarı → Hedef doku
III. Uyarı → Bez → Hedef doku
IV. Uyarı → Bez → Kan damarı → Hedef doku

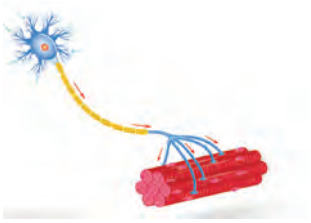
Buna göre yukarıdaki bilgilerle ilgili olarak hedef dokuda tepki oluşturma durumları hakkında aşağıdakilerden hangisi yanlış bir belirleme içermektedir?

A) Birinci durum bir cismin sertliğinin algılanması olabilir.
B) İkinci durum yemek yedikten sonra insülin salgılanması sonucu kan şekerinin düşmesi olabilir.
C) Üçüncü durum sevdiği bir yiyeceği gören birinin ağzının sulanması olabilir.
D) Dördüncü durum korku nedeniyle kalp atış hızının artması olabilir.
E) En hızlı tepki üçüncü durumda gerçekleşir.

16. Bir insanda meydana gelen aşağıdaki olayların hangisinde farklı bir kas çeşidi kullanılır?

A) Sıcak bir nesneye dokunulduğunda elin hızla çekilmesi
B) Korkulan bir hayvanla karşılaşıldığında hızla kaçılması
C) Konuşma ve çiğneme esnasında dilimizin hareket etmesi
D) Mide içeriğinin ince bağırsağa iletilmesi
E) Besinin ağızda çiğnenerek yutulması

17. Bir kas telinin kasılıp gevşemesi sırasında;



I. aktin ve miyozin ipliklerinin arasına kalsiyum iyonlarının yayılması,
II. kas lifindeki sodyum kanallarının açılması,
III. motor uç plaktan asetilkolin salgılanması,
IV. sarkomerin boyunun kısalması

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I-II-III-IV
B) II-I-III-IV
C) III-I-II-IV
D) III-II-I-IV
E) I-III-II-IV

18. Normal bir insanda, belirli bir miktar besinin monomerlerine kadar sindirilme süresi;

I. enzimlerin tepkimeye girdiği besin yüzeyinin büyüklüğü,
II. alınan besinin sıcaklığı,
III. sindirim enzimi miktarı,
IV. midedeki asit miktarı,
V. ince bağırsakta emilme yüzeyinin büyüklüğü

biçiminde verilenlerden hangisine bağlı değildir?

A) I ve II B) III ve IV C) Yalnız V
D) I, II ve V E) II ve V

19. Bir fareye işaretli karbon molekülü bulunduran yağlı besin verilmiştir. Ardından fare bir süre aç bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda işaretli karbonun karaciğerdeki glikojen molekülünde olduğu gözlenmiştir.

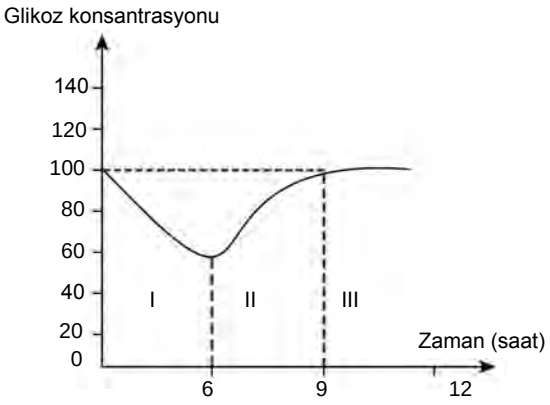
Farenin karaciğer hücrelerinde gerçekleşen bu olay;

I. yağların karbonhidratlara dönüştüğünü,
II. yağ yapısındaki yalnızca yağ asitlerinin depolamada kullanıldığını,
III. yağ yapısındaki yalnızca gliserolün depolamada kullanıldığını,
IV. karaciğerin fazla besini depolama görevi olduğunu

verilerinden hangisini kanıtlamak için kullanılır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve IV E) II ve IV

20. Sağlıklı bir insanın kanında glikoz miktarı 100 ml'de 100 mgr'dır. Aşağıda glikoz konsantrasyonunun zamanla değişim grafiği verilmiştir.



Buna göre;

I. I. zaman aralığında bol miktarda karbonhidratlı besinler sindirilmiştir,
II. II. zaman aralığında adrenalin ve glukagon hormonlarının seviyesi artmıştır,
III. III. zaman aralığında kanda insülin hormonu kalmamıştır

ifadelerinden hangisi doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

21. İnsanlar ve birçok diğer hayvan için hemoglobinin karbonmonoksiti (sanayileşmeye bağlı olarak atmosferi kirleten maddelerden biri) bağlamaya olan ilgisi, oksijene olan ilgisinden 200 kat fazladır. Sonuç olarak, karbonmonoksit atmosferde oksijenden daha düşük oranlarda bulunsa bile oksijeni hemoglobinden ayırıp onun yerini alma eğilimindedir. Hava, sadece %0.2 oranında karbonmonoksit içerdiğinde bile öldürücü olabilir. Çocuklar ve küçük vücutlu hayvanlar, daha yüksek hızda solunum yaptıklarından ergin bireylere göre daha hızlı zehirlenebilirler. (*Zooloji s. 690*)

Yukarıda verilen paragrafa göre aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Hava kirleticilerden biri de karbonmonoksittir.
B) Karbonmonoksitin hemoglobine bağlanma hızı, oksijenden yüksektir.
C) Çocuklar ve küçük vücutlu hayvanlar hava kirliliğinden daha fazla etkilenirler.
D) Düşük dozlarda bile olsa karbonmonoksit özellikle yetişkinleri daha çabuk öldürebilir.
E) Çocukların soluk alışveriş hızı erginlere göre daha yüksektir.

22. Bilim insanlarının yaptığı çalışmalarla ilgili;

I. görme bozukluklarının nedenlerini bugünkü bilgilere çok yakın biçimde açıklamıştır,
II. kanın kalp ile akciğer arasındaki dolaşımını bularak küçük kan dolaşımını açıklamıştır,
III. cerrahi müdahalelerde kullanılmak üzere aletler geliştirmiş ve bu aletleri tavsiye etmiştir,
IV. nörocerrahi ve mikrocerrahide çığır açmıştır

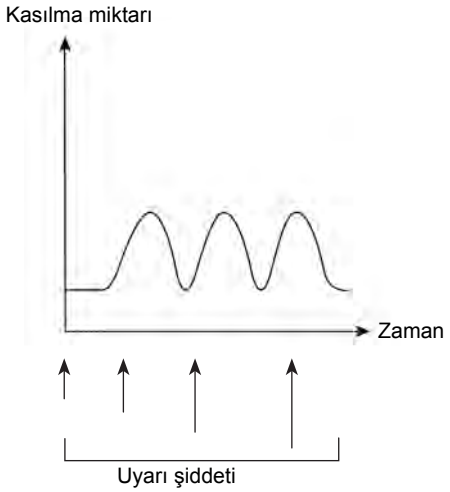
verilen ifadelerde hangi bilim insanına dair bilgi <u>verilmemiştir</u>?

A) İbn Nefs
B) İbn Heysem
C) İbn Sina
D) Mahmut Gazi YAŞARGİL
E) Dr. Rıza KOR

23. İnsanda endokrin bezlerden salgılanan hormonlardan hangisi kandaki madde miktarının değişmesinde görev <u>almaz</u>?

A) Aldosteron
B) Adrenalin
C) ADH
D) Parathormon
E) Oksitosin

24. Aşağıdaki grafikte zamanla artan uyarı şiddetinin bir kas lifinin kasılma miktarına etkisi gösterilmiştir.



Buna göre;

I. uyarı şiddeti arttıkça kas lifinin kasılma miktarı artar,
II. kas lifi, eşik şiddet altındaki uyarılara cevap vermez,
III kas demeti de gittikçe artan uyarılara sabit kasılma miktarı göstererek cevap verir

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

25. Mide çalışma hızının değişmesinde;

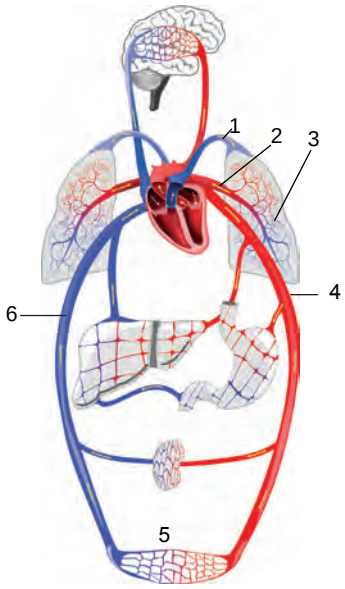
I. mide öz suyu miktarında değişim,
II. gastrin hormonu salgılanması,
III. vagus sinirinin uyarılması,
IV. otonom sinirlerin mideyi uyarması

ifadelerinden hangileri etkilidir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

26. Aşağıda dolaşım sistemi görseli ile ilgili olarak;



verilen ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Küçük dolaşım 1, 2, 3 numaralı damarlar aracılığıyla olur.
B) 2 numaralı damardan geçen kan, hemoglobin bakımından zenginleşir.
C) Büyük dolaşım 4, 5, 6 numaralı damarlar aracılığıyla olur.
D) Küçük dolaşımda damarlardaki kan basıncı, büyükten küçüğe 1, 3, 2 biçiminde sıralanır.
E) 4 numaralı damar, oksijence zengin kan taşır.

27. İnce bağırsak villuslarında;

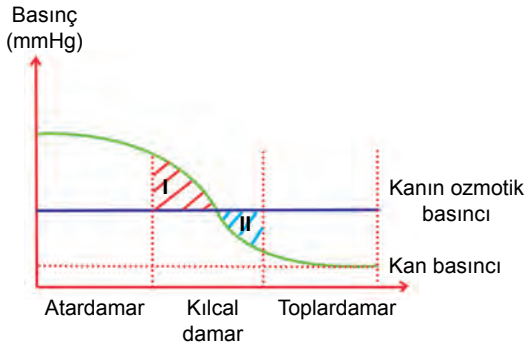
I. B vitamini,
II. dipeptit,
III. glikoz,
IV. su,
V. maltoz

moleküllerden hangilerinin emilimi <u>gerçekleşmez</u>?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV

D) II ve V E) IV ve V

28. Aşağıdaki grafikte kan ile dokular arasında gerçekleşen madde alışverişi gösterilmiştir.



Buna göre aşağıda verilen ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Kılcal damarın I numaralı bölgesinde oksijen miktarı giderek azalmaktadır.
B) Kılcal damarın II numaralı bölgesinde karbondioksit giderek artmaktadır.
C) Kan basıncının artması durumunda kılcal damara geçen madde miktarı azalır.
D) Kanın ozmotik basıncı azalırsa hücreler arasında biriken doku sıvısı miktarı azalır.
E) I numaralı bölgeden çıkan madde miktarı, II numaralı bölgeye giren madde miktarından fazladır.

29. Bağışıklık sistemi ile ilgili olarak;

I. deri, tükürük, mukus, mide öz suyu gibi yapı ve salgılar birinci savunma hattında yer alır,
II. savunmanın ikinci hattı, birinci savunmayı geçmiş patojenlere ayrım yapmadan saldıran yapılardan oluşur,
III. fagositik akyuvarlar, antimikrobik proteinler ve yangısal tepki savunmanın üçüncü hattını oluşturur,
IV. yangısal tepkinin sonucunda ilgili bölgede kızartı ve şişlik oluşur,
V. yangısal tepkinin sonucu ilgili bölgede yükselen vücut sıcaklığı, mikroorganizmaların ölümüne neden olur

ifadelerinden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) I B) II C) III

D) IV E) V

30. İnsanda görülen;

I. gut,
II. böbrek yetmezliği,
III. KOAH,
IV. prostat,
V. astım

hastalıklarından hangileri ürogenital sisteme aittir?

A) I, II ve III B) I, II ve IV C) I, III ve V
D) II, III ve IV E) III, IV ve V

31. Üriner sistem organlarının sağlıklı bir şekilde uzun süre çalışabilmesi için;

I. bilinçsiz ilaç tüketiminden sakınılmalıdır,
II. sıcak ve kurak havalarda vücuda alınan sıvı miktarı arttırılmalıdır,
III. idrar yolları soğuktan korunmalıdır,
IV. idrar kesesi tam dolup iyice sıkışmadan idrara çıkılmamalıdır

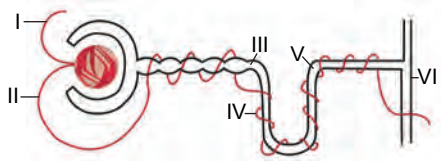
yargılarından hangileri gerçekleşmelidir?

A) I, II ve IV B) II, III ve IV C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

32. Bir insanda uzun süre su içilmemesine bağlı olarak aşağıda gerçekleşen olaylardan hangisi en sondan bir önce gerçekleşir?

A) Hipotalamustaki reseptörlerin uyarılması
B) Kanın osmotik basıncının artması
C) Hipofiz bezinden ADH salgısının artması
D) İdrar yoğunluğunun artması
E) Böbrek kanallarından suyun geri emiliminin artması

33. Aşağıda bir nefronun yapısı şematize edilmiştir.



Sağlıklı bir bireyde böbrek atardamarı ile nefrona gelen işaretli alyuvar, numaralanmış yapılardan hangilerinden sırayla geçer?

A) I-II-III-V-VI
B) I-II-III-IV-V-VI
C) I-II-IV-VI
D) I-II-IV
E) I-III-V-VI

34. Antalya ilinde deniz kenarındaki yazlık evlerinde oturan Ece ile dağ yamacındaki yörük çadırlarında yaşayan Halil'in dolaşım sistemleri ile ilgili olarak;

I. kanlarındaki alyuvar sayıları,
II. oksijenin hemoglobine bağlanma yüzdeleri,
III. normal koşullarda gerçekleşen soluk alma sırasında alveollere ulaşan oksijen miktarları

niceliklerinden hangisinin farklı olması beklenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

35. Solunum sisteminin sinirsel denetimine;

I. astım hastalarında alveollerin daralması sonucu soluk alışverişinin güçleşmesi,
II. sigara dumanında bulunan karbonmonoksitin alyuvarların oksijen bağlama kapasitesini düşürmesi,
III. kandaki karbondioksit miktarının artmasına bağlı olarak soluk alışverişinin hızlanması,
IV. kapalı bir alanda belli bir süre kalan bireyde soluk alışverişinin hızlanması

ifadelerinden hangileri örnek olarak gösterilebilir?

A) I ve II B) I ve IV C) III ve IV
D) I, II ve IV E) II, III ve IV

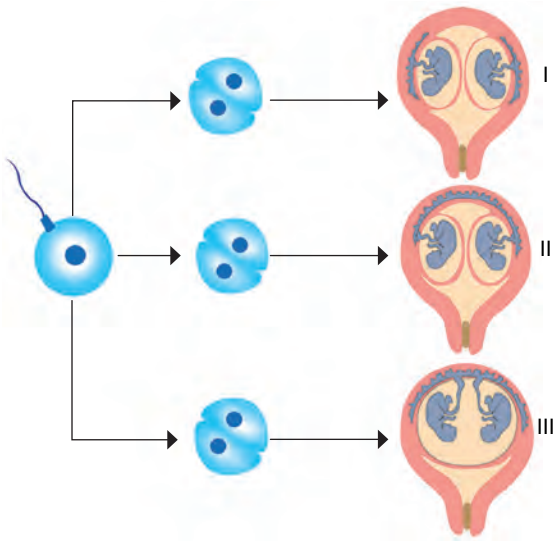
36. Zedelenmiş bir damarda;

I. zedelenmiş damar hücrelerinden ve kan pulcuklarından pıhtılaşma faktörlerin salınımı,
II. plazmadaki protrombinin trombine dönüşmesi,
III. enzim aktiviteleri ile oluşan fibrinin zedelenmiş damar bölgesinde ağ oluşturması

olayları hangi sıra ile gerçekleştirildiğinde pıhtılaşma sağlanmış olur?

A) I-II-III B) II-I-III C) II-III-I
D) III-I-II E) III-II-I

37. Aşağıdaki şekilde bir annenin <u>üç farklı</u> doğumda dünyaya gelen çocuklarının gebelikteki durumları şematize edilmiştir.



Buna göre kardeşler için;

I. I numaralı şekildeki fetüslerin kan grupları farklı olabilir,
II. II numaralı şekildeki fetüslerin göz renkleri aynıdır,
III. III numaralı şekildeki fetüslerin cinsiyetleri farklı olabilir

yargılarından hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

38. Lenf düğümleri ve dalakta üretilen kan hücreleri ile ilgili;

I. akyuvar çeşididir,
II. fagositoz yapabilir,
III. çekirdeksiz hücrelerdir,
IV. makrofaj hücrelerine dönüşebilir

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

39. Kanın görevleriyle ilgili;

I. O_2 ve CO_2 taşır,
II. sindirilmiş besinleri (monomerleri) taşır,
III. sindirim enzimlerini taşır,
IV. antikor ve hormon taşır,
V. boşaltım maddelerini taşır

ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız III B) II ve III C) III ve IV
D) IV ve V E) II, III ve V

40. İnsanlarda sağlıklı bir mayoz bölünme sonucu oluşan sperm ve yumurta hücreleri ile ilgili olarak;

I. kromozom sayıları eşittir,
II. ikisi de mitokondri organeli taşır,
III. hücrelerin içerdiği kromozomlar birbiriyle homolog değildir,
IV. gonozom çeşitleri farklı olabilir

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

41. Yoğun egzersiz yapmakta olan bir insanda;

I. dokularında CO_2 düzeyinin yükselmesi,
II. kanında CO_2 düzeyinin yükselmesi,
III. kan pH'sinin düşmesi

olaylarının ortaya çıkış sıralaması, aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I-II-III B) I-III-II C) II-III-I
D) III-II-I E) III-I-II

42. İnsan vücudu oksijen ihtiyacını karşılayabilmek için bazı adaptasyonlar kazanmıştır.
Buna göre;

I. hemoglobinin alyuvarda bulunması,
II. alveollerin tek katlı yassı epitelden oluşması,
III. solunum yollarının nemli olması,
IV. akyuvar sayısının ihtiyaca göre değişebilmesi

ifadelerinden hangisi bu adaptasyonun kazanılmasında önemli rol oynar?

A) I ve II B) I ve IV C) I, II ve III
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

43. Suların derinliklerine daldıktan sonra dalgıçların ani olarak su yüzeyine çıkmaları aşağıda verilenlerden hangisine neden <u>olmaz</u>?

A) Kandaki gazların çözünürlüğü azalır.
B) Kan basıncı artar.
C) Kalp atışı yavaşlar.
D) Doku hücrelerine yeterli oksijen difüze edilmeyebilir.
E) Hemoglobinin oksijen bağlama kapasitesi azalır.

44. Böbrek üstü bezinin kabuk bölgesinden salgılanan steroit hormonlar; eklem romatizması, alerjiler, çeşitli bağ dokusu, deri ve kan rahatsızlıkları gibi yangısal tepki hastalıklarının tedavisinde etkilidir. Steroit hormonlardan biri de kortizoldür. Yapılan çalışmalar kortizolün ilerlemiş romatizma ağrılarını hafiflettiğini göstermiştir. Bu durum bu hormonların medya tarafından "merak edilen ilaçlar" olarak duyurulmasına sebep olmuştur. Fakat uzun süreli kullanımlarının ciddi yan etkilerinin keşfedilmesinden sonra bu hormonlara ilgi azalmıştır. İlaç olarak alınan steroit hormonlar, böbrek üstü bezinin kabuk bölgesini inaktif duruma getirir ve vücudun kendi steroit hormonlarını üretmesini engeller. Bu sebeple günümüzde bu tedavi dikkatli bir şekilde uygulanmaktadır. Çünkü yangısal tepki, vücudun savunma sistemi için önemlidir.

Yukarıdaki parçaya göre seçeneklerde verilenlerden hangisi söylenebilir?

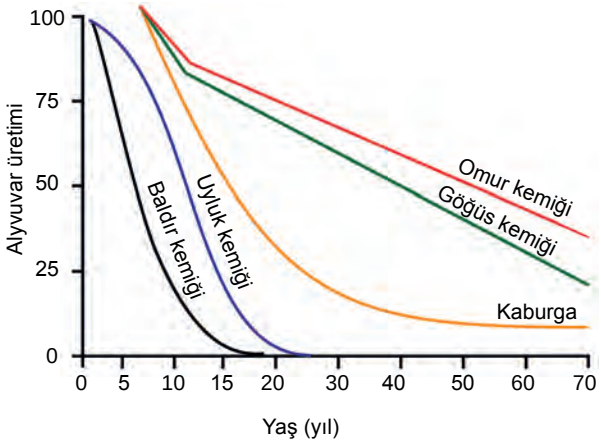
A) Kortizol hormonu, yangısal tepki durumlarına karşı bağışıklık cevabının hafiflemesini sağlayarak bazı hastalıkların tedavisinde kullanılır.
B) Kortizol hormonu kullanılarak yapılan tedavi, vücudun daha çok kortizol üretmesini sağlar.
C) Kortizol salınımındaki artış, ACTH miktarını pozitif geri bildirimle arttırır.
D) Yangısal tepki hastalıkları, virüsler yoluyla ortaya çıkar.
E) Kortizol tedavisi, yan etkisi olmayan doğal bir tedavidir.

45. Üriner sistem, homeostazinin sağlanmasında önemli işlevlere sahiptir.
Aşağıdaki sonuçlardan hangisi böbrek işlevlerinin bozulması sonucu meydana <u>gelmez</u>?

A) İdrarda alyuvar, akyuvar gibi kan hücrelerinin bulunması
B) Seyreltik ya da yoğun idrar oluşturulması
C) Kanda protein metabolizması yıkım ürünlerinin birikmesi
D) Vücutta D vitamini fazlalığı görülmesi
E) Alyuvar üretiminin azalması

46.-47. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız. Cevaplarınızı boş bırakılan alana yazınız.

Alyuvarlar, sürekli yenilenmesi gereken ve kemik iliğinden elde edilen vücudun en hızlı büyüyen ve üretilen hücreleridir. Bu yüzden olgunlaşmaları ve üretim hızları, bireyin beslenmesinden büyük ölçüde etkilenir. Alyuvarların olgunlaşmalarında özellikle iki vitamin önemlidir: B_{12} vitamini ve folik asit (B_9). Her ikisi de DNA sentezi için önemli olduğundan eksiklikleri hücrelerin mitoz bölünme hızlarının azalmasına sebep olur. Ayrıca kemik iliğindeki kök hücrelerin büyüme hızı yavaşlayacağından ilikte şekilsiz, anormal büyüklükte alyuvarlar üretir. Bu alyuvarlar da dolaşıma katıldıklarında oksijeni taşıyabilir ancak dayanıksız oldukları için ömürleri kısadır. (*Guyton Tıbbi Fizyoloji, s. 41*) Sağlıklı bir insanda çeşitli kemiklerde yaşa bağlı olarak üretilen alyuvar sayıları da aşağıdaki grafikte verilmiştir.

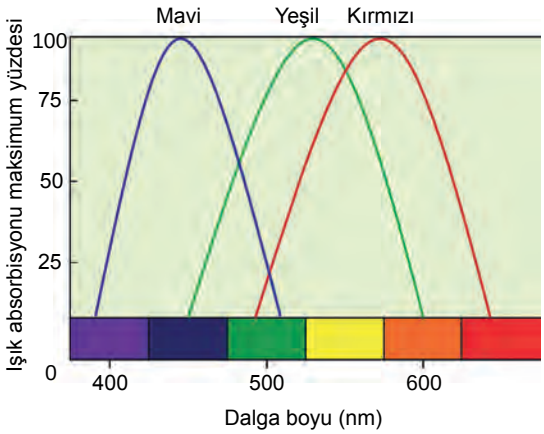


46. Yaşa bağlı olarak alyuvar üretimini gerçekleştiren kemikleri kıyaslayınız.

47. Sağlıklı alyuvarların üretimi ve olgunlaşmasında vücuttaki sistemlerin birbiriyle nasıl bir ilişkisi vardır?

48.-49. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız. Cevaplarınızı boş bırakılan alana yazınız.

Güneşli bir öğlen ve yıldızların aydınlattığı gece arasındaki ışık şiddeti farkı, 10 milyar ile 1 arasında değişir. Çubuk hücreleri, düşük ışık şiddetinde bile çabucak doyar fakat koniler doymaz. Koni hücreleri ışık bandının geniş aralığının tümünde yüksek netlikte görüntü almak için çalışma aralıklarını, ortamın değişen ışık yoğunluğuna bağlı olarak kaydırır. Bu kayma, beyne gönderilen optik sinir aracılığıyla beyin sinir hücreleri arasında yeniden yorumlanarak düzene sokulur. (*Zooloji s. 733*) Ayrıca konilerin kayması esnasında gözümüzde bulunan ayarlanabilir mercek de gözdeki kas hareketleri ile ayarlanarak görüntünün netleşmesine katkı sağlar. Aşağıda ise ışığın dalga boyuna göre bir insan gözünün görebildiği renk skalası grafiklendirilmiştir.

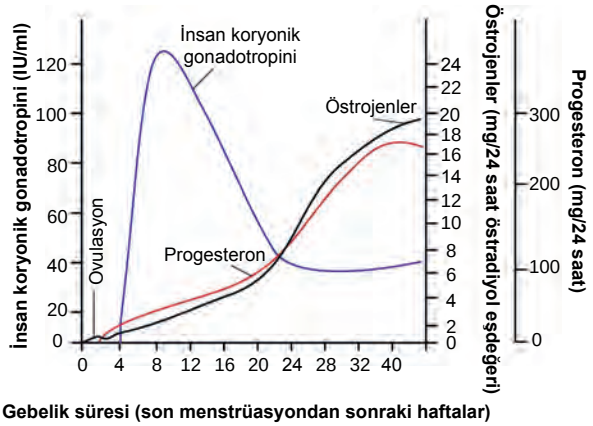


48. Farklı parlaklıktaki nesneleri görmek için gözdeki koni hücrelerinin çalışması nasıl gerçekleşir?

49. Koni ve çubuk hücrelerinin ışık şiddetine göre çalışmalarındaki farklılık nasıl açıklanır?

50.-51. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız. Cevaplarınızı boş bırakılan alana yazınız.

Ağız yoluyla alınan doğum kontrol hapları, hipofizden salgılanan FSH ve LH salgısını azaltan östrojen ve progesteronun birlikte yer aldığı karışımlardır. Bu haplar, yumurtalıktaki foliküllerin tamamıyla olgunlaşmasını özellikle ovulasyonu önleyici etki gösterir (*Zooloji s.147*). Eşeysel hormonların salgılanması sadece hipotalamustan GnRH (gonadotropin salgılayıcı hormon) etkisiyle gerçekleşmez. Işık, beslenme ve stres gibi çevresel faktörler de üreme döngülerini etkiler.



50. Üreme döngüsünü etkileyen faktörler nelerdir?

51. Grafiğe göre gebeliğin oluşumu ve devamının sağlanmasında hangi hormonlar etkilidir?

52.-53. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız. Cevaplarınızı boş bırakılan alana yazınız.

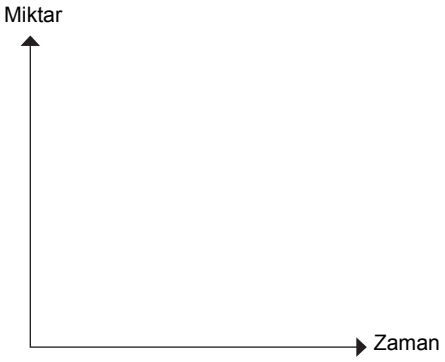
Süt, yeni doğmuş memelilerin evrensel besini olup insan besinlerinin eksiksiz olanlarından biridir. Birçok yetişkin insan, laktozu (süt şekeri) hidroliz eden laktaz enziminden yoksun olduğu için sütü sindiremez. Laktoz intolerans adı verilen bu durum genetik olarak saptanır. Bu rahatsızlık, sütü içtikten veya fermente olmamış süt ürünleri yedikten 30-90 dakika içerisinde karın şişmesi, kramplar oluşması, gaz oluşması ve sulu ishaller ile kendini gösterir. Kuzey Avrupalılar ve Avrupa kökenli Amerikalılar sütü en iyi tolere eden halklardandır. Japonlar, Çinliler, Eskimolar, Güney Amerikan yerlileri, çoğu Afrikalılar gibi etnik gruplar laktoza karşı tolerans gösteremez. (*Zooloji s.704*) Şiddetli gıda yetersizliğinin iki farklı tipi tanımlanmıştır: Marasmus ve kwashiorkor. Marasmus (aşırı zayıflık), hem kalori hem de protein bakımından genel yetersiz beslenme hastalığıdır. Çok erken sütten kesilen ve düşük kalorili-düşük proteinli besinlerle beslenen çocuklarda yaygındır. Bu hastalığa sahip olan çocuklar bitkindir ve aşırı zayıftır. Kwashiorkor, bir Batı Afrika terimidir. Yeni doğmuş kardeş nedeniyle memeden kesilen çocukta gelişen hastalığı tanımlamaktadır. Bu hastalık büyüme geriliği, anemi, zayıf kaslar, tipik pot göbekli şişkin vücut, ishal, enfeksiyonlara karşı duyarlılık ve yüksek ölümle kendini göstermektedir. (*Zooloji s.708*)

52. Bazı toplulukların laktoza karşı tolerans gösterememe nedeni ne olabilir?

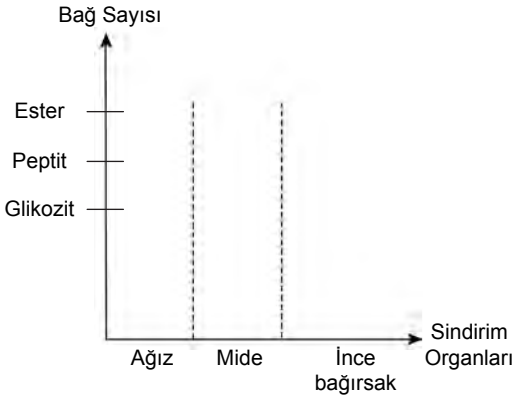
53. Erken sütten kesilen, düşük kalorili ve düşük proteinli beslenen Afrikalı çocuklarda hangi hastalıklar görülmektedir?

Aşağıdaki soruların yönergesini izleyerek istenilen grafiği çiziniz.

54. İnsanlarda kan, alveol kılcallarından geçerken zamana bağlı olarak oksihemoglobin (I) ve bikarbonat iyonu (II) miktarlarındaki değişimi gösteren grafiği çiziniz.

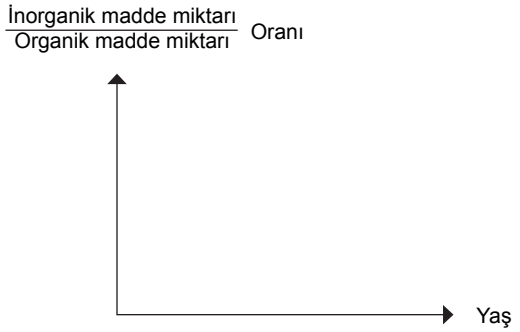


55. Sağlıklı bir bireyin sindirim kanalı boyunca glikozit, peptit, ester bağı miktarlarının çeşitli sindirim organlarında değişimini, aşağıdaki grafiği tamamlayarak gösteriniz.



56. Kemik dokuda, kemik hücrelerinin arasında bulunan ara madde, organik ve inorganik maddelerden oluşmuştur. İnsanlar yaşlandıkça hücreler arası organik maddenin oranı azalırken inorganik maddenin oranı artar. Bu durum kemiklerin kırılganlığının artmasına sebep olur.

Kemik dokuda yaşlanmaya bağlı olarak değişen inorganik madde miktarının organik madde miktarına oranını aşağıdaki grafiği tamamlayarak gösteriniz.



ÜNİTE 2

KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ

Bölüm 1: Komünite Ekolojisi

Bölüm 2: Popülasyon Ekolojisi

"İlim ve fen nerede ise oradan alacağız ve milletin her bireyinin kafasına koyacağız. İlim ve fen için kayıt ve şart yoktur."

Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK

Bölüm 1
Komünite Ekolojisi

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenci;

- Komünitenin yapısına etki eden çevresel ve biyolojik faktörleri açıklar.
- Komünitedeki tür içi ve türler arası rekabeti örneklerle açıklar.
- Komünitede türler arasında simbiyotik ilişkileri örneklerle açıklar.

Kavramlar ve Terimler

- Biyolojik Çeşitlilik
- Ekosistem
- Komünite
- Rekabet
- Simbiyotik İlişki
- Süksesyon

Bölüm İçeriği

- Komünite Ekolojisi
  - Komünite Yapısı
  - Komünitede Rekabet
  - Komünitede Simbiyotik İlişkiler
  - Komünitede Süksesyon
- Komünite Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Hazırlık Soruları

1. Akdeniz Bölgesi'nde iğne yapraklı ağaçlar, Marmara Bölgesi'nde geniş yapraklı ağaçlar daha fazla yayılış gösterir. Bunun nedeni ne olabilir?

2. Akvaryumlarda hangi su canlıları en çok dikkatinizi çekiyor? Aynı ortamı paylaşan bu canlıların birbirleriyle etkileşimleri nasıldır?

3. Et, süt, yumurta gibi besinleri çiğ olarak tüketmek, bağırsağınızda solucan oluşturabilir. Nedeni ne olabilir?

4. Çevrenizde daha önce tarım alanı iken sonrasında yerleşim yeri hâ lini almış araziler var mı? Bu durum hangi canlıların yaşama ortamını zorunlu olarak değiştirmiş olabilir?

5. Koyunlar genellikle kıraç ve bozkırın yoğun olduğu ortamlarda yetiştirilirken büyükbaş hayvanlar genellikle geniş meraların ve çayırların bulunduğu ortamlarda yetiştirilir. Bunun nedeni ne olabilir?

6. "Bu dünya bize atalarımızın mirası değil, torunlarımızın emanetidir." sözü ile anlatılmak istenen nedir? Tartışınız.

Oku-Yorum

Zombi Karıncalar

Brezilya'nın tropikal yağmur ormanlarında korku filmini andıran bir biyolojik ilişki yaşanıyor. Kahramanlarımız bir mantar (fungus) [(*Ophiocordyceps unilateralis*), (Ofikordiseps yunilateralis)] ve marangoz karıncalar [(*Camponotus leonardi*), (Kamponotus leonardi)]. İşte bu korku dolu filmin özeti:

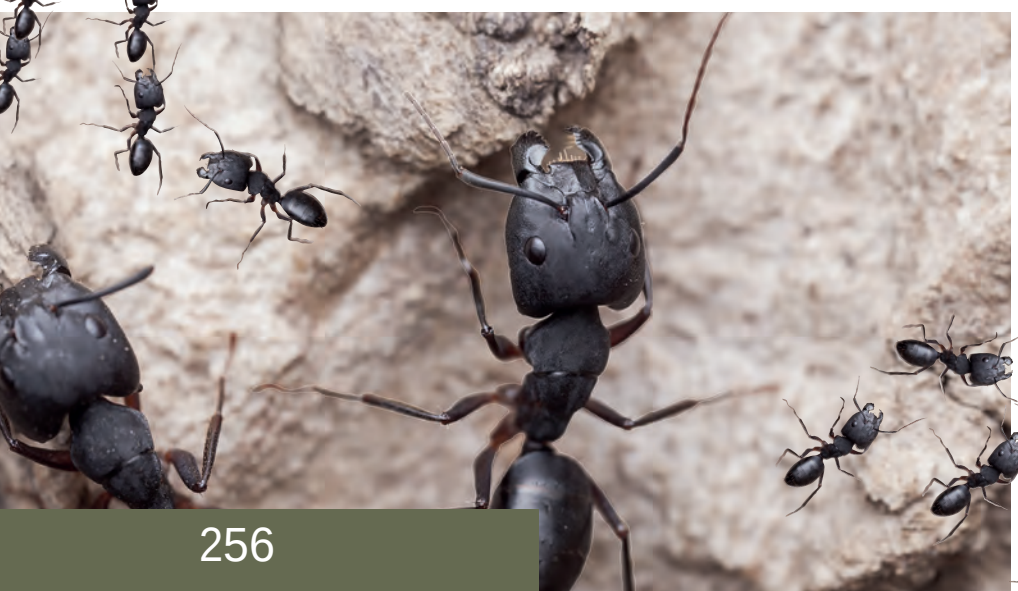
Katil fungusun tek bir amacı var, o da üremek için uygun zemini bulmak. Kurban karıncanın yapması gereken ise ölüm yürüyüşünü gerçekleştirerek kendisi için seçilmiş mezara gitmek. Marangoz karıncalar yağmur ormanlarının yüksek dallarında yaşıyor, yuvalarını ağaç kovuklarına yapıyor. Koloniler hâlinde dolaşıyor ve sürekli ağaç dallarından orman zeminine, oradan tekrar yukarılara çıkarak yaşamlarına devam ediyorlar. Bu normal yaşam döngüsü bir gün fungusun karıncayı hasta etmesiyle korkunç bir şekilde değişiyor. Karıncalar orman zeminindeki fungus sporlarıyla temas edince hastalık başlıyor ve yaklaşık bir hafta içinde karıncanın tüm vücudu ve başı fungus sporları tarafından işgal ediliyor. Hasta karıncaların kasları deforme oluyor ve kaslarında yırtılmalar başlıyor. Hastalık aynı zamanda karıncanın merkezî sinir sistemini de etkiliyor. İşte bu noktada karıncaların davranışları değişiyor ve tipik bir zombi gibi davranmaya başlıyor. Normalde koloniden ve takip edilen yoldan hiç ayrılmayan işçi marangoz karıncalar düzensiz davranışlar sergiliyor, zikzaklar çizerek nereye gittiklerini fark etmeden yürüyorlar. Neticede koloniden ayrılıyor ve bir daha yuvalarının yolunu bulamıyor.

Zombileştiren fungus, kasların istem dışı kasılmasına da neden oluyor ve hasta karıncalar ağaç dallarından yere düşerek orman zemininden yaklaşık 25 cm yukarıda yer alan bol yapraklı ve nemli bölgede bilinçsizce dolaşmaya başlıyor. Katil fungus en uygun zamanı bekliyor ve öldürücü vuruşunu gerçekleştiriyor. Bu nemli bölge fungusun yaşamını devam ettirebilmesi ve üremesi için uygun koşullara sahip. İlginç olan şu ki öldürücü vuruş hemen hemen her zaman güneşin sıcaklığının en çok hissedildiği öğle saatlerinde gerçekleşiyor.

Zombi karınca, sanki fungus tarafından önceden programlanmış ve zorlanmış gibi davranarak yaprağın altındaki ana damarı ısırıyor ve bu vaziyette öylece ölüyor. Karıncanın başında çoğalan fungus sporları karıncanın çene kemiğindeki kasları ve bu kasları yöneten sinirleri kontrol altına alarak karıncanın ölüm ısırığını gerçekleştirmesini sağlıyor. Ölüm ısırığıyla birlikte karıncanın çene kemiği kilitleniyor ve öldükten sonra bile karınca bu vaziyette yaprağın altındaki ana damarda asılı kalıyor. Birkaç gün sonra karıncanın başında fungusun yüzlerce sporunu içinde taşıyan bir üreme kesesi oluşmaya başlıyor.

Görüntü gerçekten çok ilginç: Yaprağa saplanmış ölü karıncanın başından uzanan bir sap ve sapın üzerinde bir kese. Fungus, sporlarını bu keselerden dışarı fırlatıyor ve yüzlerce öldürücü spor başka karıncaları hasta etmek üzere orman zeminine yayılıyor.

Yapılan araştırmalar bu şekilde zombi karıncalar yaratan dört fungus türü olduğunu ortaya çıkarmıştır. Her bir fungus türü tek bir karınca türüne özelleşmiş durumda. Bu tür funguslara Afrika'nın, Brezilya'nın ve Tayland'ın tropik ormanlarında rastlanıyor. Uzmanlar, karıncaların davranışlarını değiştiren ve yönlendiren bu fungusun yaşam döngüsünün oldukça karmaşık olduğunu ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar tarafından bulunan fosilleşmiş bir yaprak örneği bu tür ilişkinin yaklaşık 48 milyon yıl öncesinde bile var olduğunu gösteriyor. *(Kaynak: http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/zombi-karincalar, Erişim Tarihi: 07.12.2017)*



Komünite Ekolojisi

2.1. Komünite Ekolojisi

Yaşadığınız şehirde gittiğiniz piknik alanı, yürüyüş yaptığınız ormanlık alan gibi belirli bir yerde bitki, hayvan, mantar, yosun gibi canlılar ve çıplak gözle görülmeyen mikroorganizmalar gibi birçok farklı türün oluşturduğu yaşama birlikleri bulunmaktadır. Bu yaşama birliklerine **komünite** denir. Komüniteler orman, çayır, çöl, mağara gibi karasal ortamlarda bulunabileceği gibi deniz, göl, akarsu ve kaplıcalarda da bulunabilir. Büyük bir kaya parçası altında yaşayan çeşitli eklem bacaklı grupları, bir gölde bulunan su bitkileri ve hayvan grupları veya bir şehirde yaşayan insanlar ile o şehrin bitki ve hayvan çeşitliliği komüniteye örnek olabilir (Görsel 2.1). Yaşama birliklerindeki canlılar birbirleriyle sürekli etkileşim hâlindedir. Bu etkileşim tüm canlılarda enerji ve besin ilişkisiyle süreklilik gösterir. Madde ve enerji ilişkisi yaşama birliklerindeki canlıların; **üreticiler** (ototrof), **tüketiciler** (heterotrof) ve **ayrıştırıcılar** (saprofitler) olarak sınıflandırılmasına etki eder.

Hatırlatma

10. sınıf biyoloji dersi, "Ekosistem Ekolojisi" konusunu hatırlamanız, bu üniteyi anlamanızı kolaylaştıracaktır.

(a)

(b)

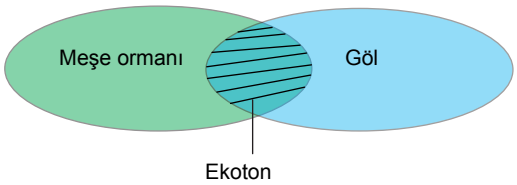
Görsel 2.1: Çeşitli komünite örnekleri: (a) Karasal komünite, (b) Sucul komünite

2.1.1 Komünite Yapısı

Kara komünitelerinde tür çeşitliliği, tropikal bölgelerden kutuplara doğru gidildikçe azalır. Bunu belirleyen dünyanın enlemsel etkisidir. Enlem derecesi farkı, gece gündüz arasındaki zaman farkı, bitki örtüsü ve toprak yapısı, güneşin geliş açısı, yağış alma oranı vb. faktörleri etkilediğinden canlı çeşitliliğini de etkiler. Sucul ekosistemlerde, her katmanda farklı canlı türleri bulunur. Bunu belirleyen ise suyun derinliği ve kirliliğidir. Temiz ve yeterli gün ışığı alan sucul komünitelerde fotosentez yapan canlı sayısı arttığından tür çeşidi sayısı da artar. Derinlik arttıkça ışık azaldığından çeşitlilik de azalır. Ayrıca komünitelerdeki tür çeşitliliğini ısı, nem, ışık ve coğrafik etkenler gibi çevresel faktörler, türler arası ve tür içi rekabet de belirler. Komünitedeki her türün farklı bir rolü vardır. Komünitelerin içerdiği tür sayıları, birbirinden farklı olabilir. Bazı türler nadir bulunurken bazı türler yaygın olarak bulunabilir. Komünitelerde bulunan birçok türün arasında; sayıca fazla olan, özellikleri ya da faaliyetleri daha fazla dikkat çeken türe **baskın tür** denir. Baskın tür bulunduğu komüniteye adını verir. Örnek olarak alabalık deresi, kızılçam ormanı gibi isimler verilir. Karasal ortamlarda bulunan komünitelerde baskın türler genellikle bitkilerdir. Sucul ortamlarda ise baskın türleri her zaman belirlemek mümkün olmaz. Komünitelerden baskın türler uzaklaştırıldığında bazı türlerin birey sayısı artar, bazılarının sayısı azalır, bazılarıysa komüniteden yok olur. Bir komünitede baskın türün su, mineraller, besin kaynakları gibi sınırlı kaynaklardan yararlanmada diğer türlere göre daha başarılı olduğu düşünülür. Ayrıca baskın tür, av olmama veya bulaşıcı hastalıklardan korunma konusunda en başarılı türdür. Baskın türler, komünitelerde besin ve barınak imkânı sunan diğer türlerin varlığı ve devamlılığı üzerinde kontrole sahiptir.

Komünitelerdeki türler arasında madde ve enerji alışverişi sırasında canlılara veya cansız çevreye bağlı olarak değişiklikler meydana gelebilir. Bu değişiklikler komünitedeki türlerin dolayısıyla baskın türün de değişimine sebep olur. Örneğin akarsuya baraj yapıldığında bu durum, akarsu ve çevresinde yaşayan tüm bitki, hayvan, mantar ve mikroorganizma türlerininin değişimine neden olur.

Komünitelerin yaşadıkları alanlar ısı farkları, coğrafik yapının değişmesi gibi etkenlerle bir başka yaşama birliğiyle karşılaşabilir; komünitenin yaşadığı alan başka bir yaşama birliği nedeniyle sınırlanabilir. Örneğin meşe ormanı belli bir alana yayılış gösterip bir akarsuyla karşılaşabilir ya da kızılçam ormanı ile çevrelenebilir.



İki farklı komünitenin karşılaştığı, yer yer iç içe girdiği bölge, her iki komünitedeki türleri barındırır. Bu bölgeler **ekoton** olarak adlandırılır. Ekotonlar, iki farklı yaşama birliğinin türleri ile uyumlu bir şekilde yaşayabilen türleri bir arada barındırdığı için **ekolojik toleransları** fazladır. Ekotonda yayılış alanları daha dar olduğu için bu bölgedeki madde ve enerji rekabeti daha fazladır. Tatlı ve tuzlu su gibi ekstrem şartları olan komünitelerin karşılaştığı ekoton bölgelerinde ise tür çeşitliliği diğerlerine göre daha azdır.

Ekolojik tolerans: Bir canlının zarar görmeden dayanabildiği bir çevre faktörünün en az ve en çok değerleri arasındaki farkın derecesidir.

Komünitenin bulunduğu alanın ısı, ışık, nem, coğrafik özellikleri ve komünitedeki türlerin yerleşimleri, komünitelerde özel iklimlendirmeye sebep olur. Komünite içindeki her tür, kendine uygun iklim alanında yaşar. Komünite içindeki bir türün yaşayabildiği ve üreyebildiği alana ise **habitat** denir. Habitat her tür için farklı büyüklüktedir. Örneğin balinalar için okyanus iken bazı bakteri türleri için bağırsak boşluğudur.

(a)

(b)

Görsel 2.2: Habitat örnekleri: Sucul habitat (a), karasal habitat (b)

Komünitelerdeki türlerin bulunduğu habitat içerisinde sahip olduğu veya yapmak zorunda olduğu bütün görev ve sorumluluklara **ekolojik niş** denir (Görsel 2.3). Türün yediği besin, beslenme zamanı, yuva yaptığı yer gibi doğal olarak yaptığı işlere bakarak yaşama birliğindeki ekolojik nişi (görevi, sorumluluğu) tanımlanır. Örneğin tropikal bölgede yaşayan bir ağaç kertenkelesinin nişi; üzerinde bulunduğu dalın büyüklüğü, tolere edebildiği sıcaklık aralığı, yediği böcek türü ve böceğin büyüklüğünü içerir. Doğal olarak ekolojik niş, türe özgüdür. Aynı ekolojik nişe sahip türler arasında besin ve enerji rekabeti artacağından bu türler uzun süre bir arada yaşayamaz. Metamorfoz geçiren türlerin larva ve ergin dönemlerindeki ekolojik nişleri de birbirinden farklıdır.

Araştıralım-Paylaşalım

Tür içi veya türler arası rekabet, bireylerin ekolojik nişlerini nasıl etkiler? Ekolojik niş değişiminden tür nasıl etkilenir? Araştırarak sonuçları sınıfta paylaşınız.

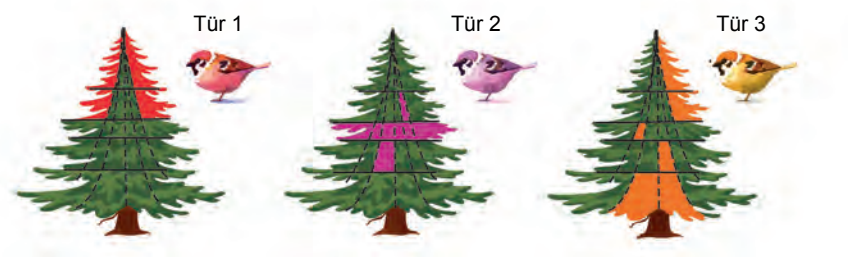
Görsel 2.3: Ekolojik nişi bitkisel besin olan fare türü

2.1.2 Komünitede Rekabet

Yaşam alanını ortak kullanan canlılar besin bulma, barınma ortamı oluşturma, ışıktan faydalanma, metabolik atıklardan etkilenmeme gibi birçok faktör bakımından birbirleriyle yarış hâlindedir. Aynı ortamı paylaşan farklı türler, o ortama farklı etkiler bırakır ve o ortamdan farklı etkilenir. Türler, kendi bireyleri arasında **tür içi rekabet**; farklı türlerle ise **türler arası rekabet** veya **av-avcı ilişkisi** geliştirebilir.

Tür içi rekabet; eş seçimi, yaşlı ve genç bireylerin arasındaki hiyerarşik yapı, türün birey sayısının artmasından kaynaklanan besin ve barınak bulma gibi nedenlerle gelişebilir. Örneğin tür içi rekabete engel olmak için bitkiler tarlaya belirli bir mesafe bırakılarak ekilir. **Türler arası rekabet**; farklı türlere ait bireylerin genellikle aynı su, mineral maddeler ve diğer besin kaynakları, alan paylaşımı, ışık gibi sebeplerle rekabet etmesidir. Örneğin aynı alanı kullanan bitkiler arasında ışığın kullanımı için rekabet görülür.

Rekabet sonucu bazı bireyler komüniteyi terk ederek başka yerleşim alanına göç edebilir. Buna **rekabette elenme** denir. Benzer ekolojik nişe sahip türler, zamanla nişlerinde belirgin farklılıklar oluşturarak komünitede birlikte kalabilmeyi başarır. Bu şekildeki niş değişimine **kaynak paylaşımı** denir. Bu durum aynı yaşam alanındaki kısıtlı kaynakların birlikte kullanılmasıyla komünitede kalabilme adaptasyonunu sağlar. "Görsel 2.4"te görüldüğü gibi aynı besin kaynağının farklı bölgelerinden yararlanan kuş türleri kaynak paylaşımı gerçekleştirmektedir.



Görsel 2.4: Benzer kuş türleri arasında kaynak paylaşımı

Komünite üzerinde, ekolojik nişleri güçlü, kontrol sağlayan türlere **kilittaşı türler** adı verilir. Kilittaşı tür ortamdan uzaklaştığında ekosistem çok fazla etkilenir. Örneğin Kuzey Pasifik'te kilittaşı tür, bir su samurudur. Su samurları, deniz kestaneleriyle deniz kestaneleri ise esas olarak su yosunları ile beslenmektedir. Su samurlarının çok olduğu yerlerde denizkestanesi az bulunmaktadır. Ancak yosun ormanları çok iyi gelişmiştir. Su samurlarının az olduğu yerlerde denizkestaneleri yaygınlaşmış, yosunlar hemen hemen kaybolmuştur.

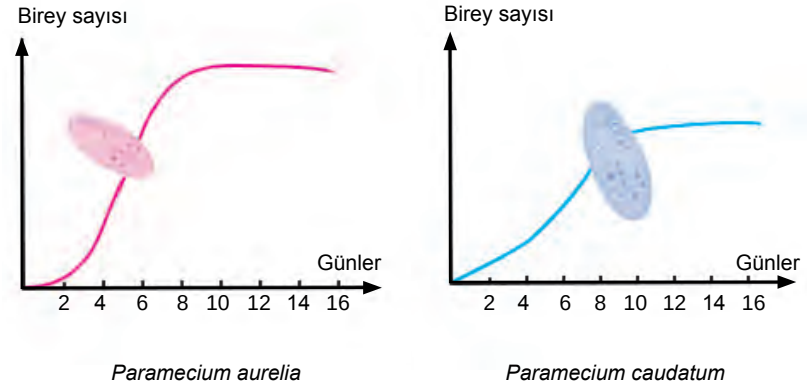
Son yıllarda katil balinaların su samuru ile beslenmek zorunda kalmaları, su samuru popülasyonunu oldukça azaltmıştır. Kilittaşı tür olan su samuru sayısının azalmasıyla artan denizkestanesi popülasyonları yosun ormanlarının kaybolmasına neden olmuştur.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi nedenlerle, bazı canlıların doğal habitatları tahrip olmakta ve bu canlı türleri yeni yaşam alanı aramak zorunda kalmaktadır. Böylelikle bir ekosistemin doğal bitki veya hayvan çeşitliliği içinde olmayıp bu bölgeye dışarıdan gelen yeni türlere **istilacı türler** adı verilir. Örneğin *Caulerpa taxifolia* [*(Kaulerpa taksifolya),* (katil yosun)], Akdeniz sularına yayılmış istilacı bir türdür. İstilacı türün aşırı çoğalması, su kirliliğine ve buna bağlı olarak diğer türlerin zarar görmesine neden olur.

UYARI ! *Yüksek çeşitliliğe sahip türler, doğal yayılım sınırları içine yerleşen istilacı türlere karşı daha fazla direnç gösterir. Çünkü çeşidin çok olduğu komünitelerde her canlı türü, daha fazla kaynak yakalayarak istilacı türlere kalan kaynak oranını ve hayatta kalma şanslarını azaltır.*

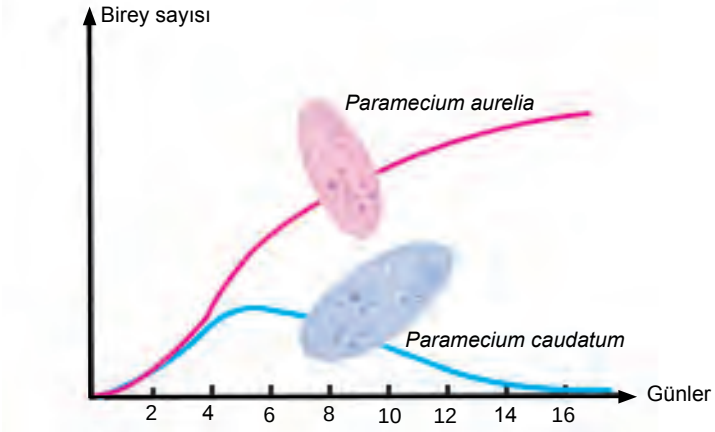
Aynı yaşam alanını paylaşan farklı türler arasında rekabet, ortak yaşam veya avlanma olayları gözlemlenir. Ekolojik nişleri benzer aynı yaşama alanına sahip türler arasında yapılan çalışmalar türlerden bir tanesinin diğerlerine göre hâkim olduğunu göstermiştir.

1934'te Rus Ekolog F. G. Gause (F. G. Gaus), *Paramecium caudatum* (Paramesyum kaudatum) ve *Paramecium aurelia* (Paramesyum aurelya) ile laboratuvarda çalışmalar yapmıştır. Gause, iki paramesyum türünü ayrı ayrı yetiştirdiğinde her iki popülasyon da hızla büyümüştür (Grafik 2.1).



Grafik 2.1: Farklı ortamlarda bulunan iki farklı paramesyum türünün birey sayısındaki değişim

Gause iki türü birlikte yetiştirdiğinde *P. caudatum*, kültürden yok olmuştur. *P. aurelianın* besin elde etmede üstünlük sağladığını anlamıştır. Aynı sınırlayıcı kaynaklar için rekabet eden iki türün, aynı yerde sürekli olarak bir arada bulunmasının zor olduğunu görmüştür. Bu durum rekabette elenmeye bir örnektir (Grafik 2.2).



Grafik 2.2: Aynı ortamda yaşayan iki paramesyum türünün birey sayısındaki değişim

Aynı alanda yaşayan farklı türler arasında gözlenen bir başka beslenme ilişkisi de av-avcı ilişkisidir. Bu türler, genellikle farklı besinleri tüketir. Beslenme için rekabette besin olan organizma **av**, avla beslenen organizma ise **avcı** olarak isimlendirilir. Avlanma ve avcıdan kurtulma, yaşama ve üreme başarısında en önemli koşullardandır. Bir tür hem av hem avcı olabilir. Avcılar avlarını tanımak ve bulmak için keskin duyu organı, yakalama ve kontrol için pençe, diş, zehir gibi özelliklere sahiptir. Av olan türlerde ise saklanma, uçma, sürü veya grup oluşturma gibi davranış uyumları görülür. Ayrıca kamuflaj, kirpide olduğu gibi mekanik (iğnelerin batması) ve kokarcada olduğu gibi kimyasal savunmalar (kötü koku yayması), bazı kurbağalarda olduğu gibi toksin sentezleme, bazı hayvanlarda olduğu gibi uyarıcı tipte renklenme, zararlı türleri taklit etme (**mimikri**) gibi av olmaktan koruyan özellikler görülmektedir.

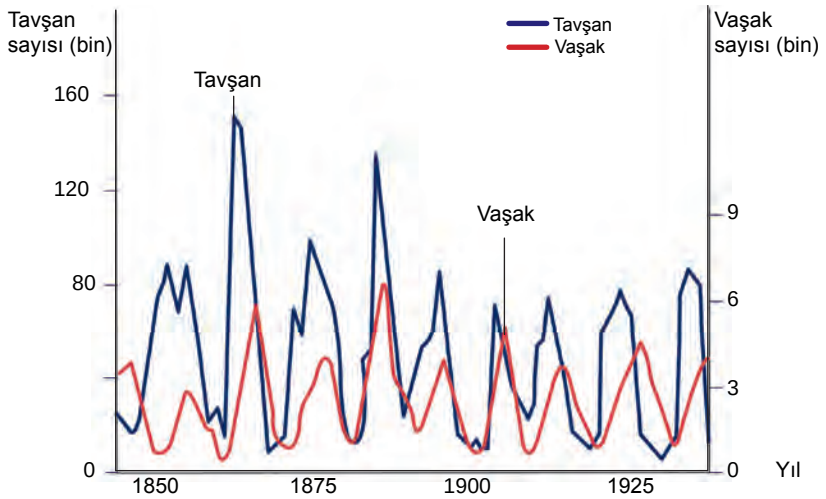
Av-avcı (-/+) ilişkisinde avcı türün birey sayısı bir süre sonra artarken av olan türün birey sayısı azalır. Ancak zamanla azalan besin nedeniyle göç, ölüm ve rekabette artış görülür. Böylece avcı türün birey sayısı da azalmaya başlar. Av ve avcı popülasyonları çeşitli adaptasyonlar ile komünitede kalma savaşı verir (Görsel 2.5), (Grafik 2.3).

Bilgi Notu

Mimikri: Bir türün genellikle başka bir türün görünüşünü, kokusunu veya sesini taklit etmesi olayıdır. Mimikri, türün avcıdan korunmasını sağlar. Mimikri, hem av hem avcı olan türde görülebilir.

Görsel 2.5: Av-avcı ilişkisi

Bitkilerle beslenen canlılar da avcı olarak nitelendirilebilir. Av olan bitkiler avcılarından kaçamaz. Ancak kimyasal toksin, diken, iğne gibi yapılarını korunma amaçlı kullanabilir. Tütün bitkisindeki nikotin, çeşitli bitkilerin ürettiği taninler kimyasal savunmaya örnek olabilir.



Grafik 2.3: Av-avcı popülasyonlarında değişim

2.1.3. Komünitede Simbiyotik İlişkiler

Komünitede farklı iki türün birbiriyle ilişki içinde olmasına, bir arada yaşamasına **simbiyoz yaşam** denir. Canlılar arasındaki bu ilişkiler yararlı (+), zararlı (-) veya nötr (0) olabilir. Simbiyoz yaşam biçimleri; parazitlik, mutualizm, kommensalizm şeklinde görülür.

Parazitlik (+, -)

Başka bir canlının üzerinde veya içinde ona zarar vererek yaşamaya uyum sağlamış canlıya **parazit** adı verilir. Parazit canlı bu şekilde kendini korur ve besin sağlar. Parazitin üzerinde veya içinde yaşadığı canlıya **konak** denir. Genellikle parazitten daha büyük bir canlıdır. Konak, bu birliktelikten olumsuz etkilenir.

Parazitlik, parazit canlının konak organizmayı barınak ve besin kaynağı olarak kullanıp fayda sağlayarak yaşamını sürdürmesidir. Parazitin, konaktan elde ettiği besin sayesinde hayatta kalma ve üreme yeteneği artar (+). Fakat konak organizma, bu birliktelikten olumsuz etkilenir (-). Parazit canlılar yaşamlarını sürdürmek için konak canlıya ihtiyaç duyar.

Parazitlik, hayvanlarda **iç** ve **dış parazitlik** şeklinde görülür. Konağın sindirim yolunda [*Taenia saginata*, *(*Tenya saginata) sığır tenyası], karaciğer ve akciğer gibi dokularında veya kanda [*Plasmodium malaria* (Plazmodyum malarya)] yaşayan vücut içine yerleşmiş parazitlere **iç (endo) parazitler** denir. Plazmodyum, tenya, trişin, kıl kurdu, kancalı kurt gibi canlılar çeşitli hastalıklara sebep olan iç parazitlerdir. Vücut dışına yerleşmiş olanlara **dış (ekto) parazitler** denir. Bit, pire, tahta kurusu, "Kırım Kongo Kanamalı Ateşi" hastalığı etkeni olan kene gibi kan emen dış parazitler hastalık taşıyan **vektör**lerdir.

Bilgi Notu

Vektör: Taşıyıcı veya vektör, kendisinde bir hastalığa neden olmayan bir patojeni, bir konaktan başka bir konağa aktarabilen bütün canlılara verilen genel isimdir.

Parazitler; toprak, su, deri, besinler, çeşitli eşyalar, karasinek, sivrisinek gibi eklembacaklılar yoluyla taşınabilir. Parazitler, alerjik etkilere yol açabilir.

Bitkilerde parazitlik **tam** ve **yarı parazitlik** şeklinde görülür. Tam parazitlerin yaprakları yoktur. Kloroplastları da bulunmaz ve fotosentez yapamaz. Bu parazitler üzerinde yaşadığı canlının iletim borularından organik besin, su ve mineral sağlar. Bütün ihtiyaçlarını, konak olarak kullandıkları bitkiden karşılar. Canavar otu, verem otu, cinsaçı tam parazit bitkilere örnektir [Görsel 2.6 (a)]. Yarı parazit bitkiler, köksü yapılarını (emeçlerini) konak bitkinin iletim borusuna kadar uzatarak sadece su ve minerallerini alır. Bu bitkilerin klorofilleri olduğu için bu bitkiler kendi organik bileşiklerini sentezleyebilir. Elma, armut gibi meyve ağaçları üzerinde yaşayan ökse otu yarı parazit bitkiye örnektir [Görsel 2.6 (b)].

(a) Tam parazit bitki cinsaçı

(b) Yarı parazit bitki ökse otu

Görsel 2.6: Bitkisel parazitler

Mutualizm (+, +)

İki farklı organizmanın birbirlerinden yarar sağlamasıyla oluşan yaşam biçimine **mutualizm**, bu canlılara **mutualist canlılar** denir. Mutualist organizma, çok uzun süre ya da ömür boyu birbirlerinin varlığına muhtaçtır. Öyle ki bazı durumlarda iki bireyden biri dahi ortadan kaybolsa diğerinin de yaşama şansı kalmaz. Doğada birçok mutualizm örneği vardır. En sık rastlanan mutualizm örnekleri şu şekildedir:

- Afrika'da yetişen akasya ağacı [*Acacia drepanolobium* (Akasya drepanolobiyum)] ve bu ağaçta yaşayan karıncalar [*Crematogaster mimosae* (Krematogaster mimosa)] arasında mutualizm görülür. Akasya ağacı karıncalara; larvalarını koruma, yaşam ortamı ve besin niteliğindeki salgılar sağlar. Karıncalar ise ağacı, otçul hayvanlara karşı korur.

- Anemon adı verilen bir deniz mercanı türü, palyaço balığının yaşama alanını oluşturur. Anemon, yakıcı tentakülleriyle palyaço balığını düşmanlarından korurken, palyaço balığı ise anemonla beslenen balıkları uzaklaştırır [Görsel 2.7 (a)].

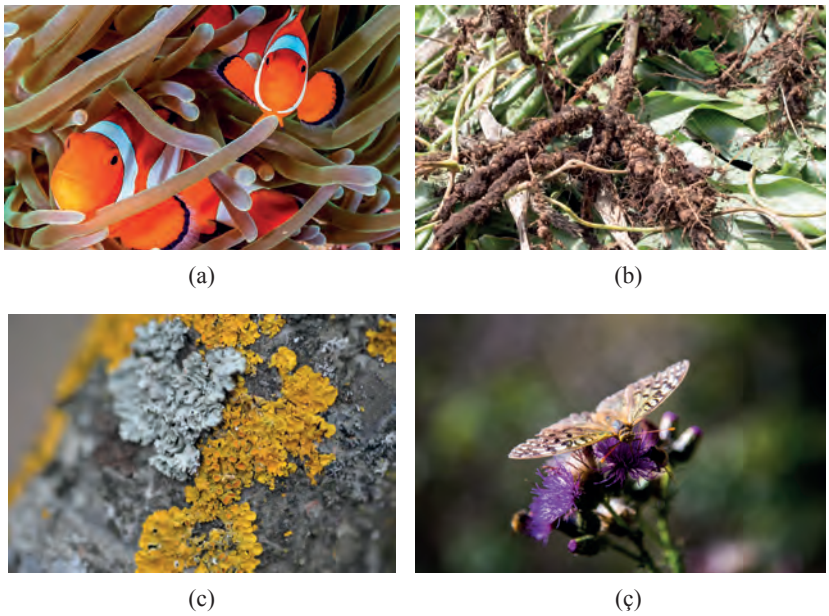
- Baklagillerin köklerinde bulunan nodüllerde azot bağlayıcı bakteriler [*Rhizobium leguminosarum* (Rizobiyum leguminosarum)] yaşar. Bu bakteriler, havada bulunan azot gazını bağlayarak bitkinin kullanımına sunar. Bitki ise bakterilere organik besin ve yaşam ortamı sağlar [Görsel 2.7 (b)].

- Mantar ve alg, liken denilen yaşama birliklerini oluşturur. Alg fotosentez yaparken besin ve oksijen üretir ve bu ürettiği ürünleri mantarla paylaşır. Mantar oksijenli solunum yaparken su ve karbondioksit çıkarır ve bu ürünleri alg ile paylaşır. Mantar ayrıca hif denen uzantılarıyla havanın nemini emer, alge su temin eder. Alg, mantardan almış olduğu su ve karbondioksidi fotosentez için kullanabilir [Görsel 2.7 (c)].

- Bitki türleri, polen ve tohumlarını yaymak için bazı böcek ve kuş türlerine ihtiyaç duyar. Çiçekli bitkilerden nektar toplayan kelebek, bu nektarı besin olarak kullanırken vücuduna yapışan polenlerin başka çiçekli bitkilere taşınmasını sağlayarak tozlaşmayı gerçekleştirir [Görsel 2.7 (ç)].

Araştıralım-Paylaşalım

İnsanın simbiyotik olarak yaşadığı canlılar var mıdır? Araştırınız. Bulduğunuz sonuçları sınıfınızda paylaşınız.



(a) (b) (c) (ç)

Görsel 2.7: Mutualizm örnekleri (a.) Anemon ve palyaço balıkları, (b) Baklagil kökleri, (c) Mantar ve alg birliği, (ç) Tozlaşma-kelebek beslenmesi

Kommensalizm (+, 0)

Birlikte yaşayan türlerden biri yarar sağlarken diğeri bu durumdan ne yarar sağlar ne de zarar görür. Bu tür ilişkiye **kommensalizm** denir. Bu duruma Malta palamudu ve küçük vantuzlu balıklarla, köpek balıkları arasındaki ilişki örnek olarak gösterilebilir [Görsel 2.8 (a)]. Malta palamudu ve küçük vantuzlu balıklar, köpek balıklarının avlarından kalan artıkları yiyerek beslenirler (+). Köpek balıkları bu durumdan etkilenmez (0).

Sığır kuşları ve öküz balıkçıl gibi kuş türleri geyik, sığır, bizon gibi bazı otçul canlıların beslenme sırasında çayırlardan çıkarttıkları böceklerle beslenir [Görsel 2.8 (b)]. Bu kuş türleri otçul canlıların yanında bulunup beslenme açısından yarar sağlarken otçul canlılar bu durumdan etkilenmez, zarar ya da fayda görmez.

(a) (b)

Görsel 2.8: Kommensalizm örnekleri

2.1.4. Komünitede Süksesyon

Komünitelerin göze çarpan özelliklerinden biri, değişime uğramalarıdır. Buzul hareketleri, volkanik patlamalar gibi doğal olayların yanı sıra yangın, baraj yapımı, aşırı otlatma gibi insan müdahalesiyle komünitenin yapısı bozulabilir, baskın türler yok olabilir, canlılar göç edebilir. Zamanla bunların yerine önce bir tür sonra başka türler baskın hâle gelir. Bir süre sonra türler komünitelerde kararlı bir şekilde varlığını sürdürür. Komünitelerdeki bu değişim süreci **süksesyon** adını alır.

Araştıralım-Paylaşalım

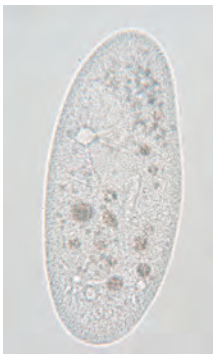
Farklı canlı örneklerinde simbiyotik ilişkileri araştırınız ve pano hazırlayarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bir volkanik ada veya buzulların çekilmesiyle meydana gelen, toprağın henüz oluşmadığı ve yaşamın bulunmadığı bir ortamda, genellikle ilk görülen canlılar üretici ve tüketici prokaryotlar ve bir hücrelilerdir. Ardından liken ve yosunlar oluşmaya başlar. Zaman geçtikçe kayaların aşınması ve canlıların organik atıkları birikmeye başladıkça toprağın oluşumu başlar. Toprağın oluşmasının ardından sırasıyla ot, çalı, ağaçlar gelişim gösterir. Yangınlar ve bazı yıkıcı faaliyetler sonucu komünitenin bozulduğu fakat toprağın sağlam kaldığı ortamlarda ise süksesyonu başlatan topraktaki mikroorganizmalardır. Toprakta bulunan mikroorganizmalar otsu bitkiler için toprağı uygun hâle getirdikten sonra ilk olarak otsu bitkiler veya ağaçsı çalılar yerleşir. Ardından bölgede bu bitkilerin yerine orman ağaçları geçer.

Görsel 2.9: Süksesyonun oluşumu

Deney 9

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler	**Çalışmanın Yapıldığı Tarih**
Çalışmanın Adı	Sucul komünite hazırlanması
Çalışmanın Amacı	Tek hücreli canlılardan oluşan bir komünite ortamı oluşturmak
Malzeme ve Materyaller	• Çeşitli yerlerden alınmış dere suyu, havuz suyu, yağmur suyu veya akvaryum suyu (Özellikle dipten ve havalandırma cihazının çevresinden alınız.) • Kuru yapraklar, ot, meyve kabukları • Kavanoz veya cam şişe • Cam çubuk • Lam • Lamel • Mikroskop
Etkinliğin Yapılışı	• Havuz, dere veya akvaryum gibi ortamlardan alınan suyu iki ayrı kavanoza koyunuz. • Kavanozlardan her birine meyve kabukları, ot, yaprak parçalarından bir miktar ekleyiniz. • Kavanozlardan birini güneşli ortama koyunuz. • Dört-beş gün sonra meydana gelen değişiklikleri not ediniz. • Kültürün tam oluşması için 10-15 gün bekletiniz. Bu sırada kavanozdaki suyun içindeki oksijen azalacağı için beş gün aralıklarla bir miktar su ilave ediniz. Ayrıca suyun yüzeyinden hafif çalkalayınız. • Kültürler yeteri kadar bekleyince kavanozdan alacağınız bir damla suyu, lam üzerine damlatarak üzerine lamel kapatınız. • Preparatlarınızı mikroskopta inceleyiniz. • İncelenen kültürde genellikle *Colpidium* (Kolpidium), *Paramecium* (Paramesyum), *Euglena* (Öglena), *Vorticella* (Vortisella) türleri gözlemlenmektedir. • Kültürden damlatılan suyun üzerine çok az miktarda pamuk lifi konup lamel kapatılırsa tek hücreliler bir set hâlinde daha rahat gözlemlenebilir.
Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması	1. Işık, sıcaklık gibi faktörler hazırladığınız kültürü nasıl etkiledi? 2. Bir kavanozu ışıklı ortamda bekletme nedeniniz ne olabilir? Bu kavanozda hangi organizmaların üretildiğini gözlemlediniz?
Ders Öğretmeni	**Tarih/İmza**



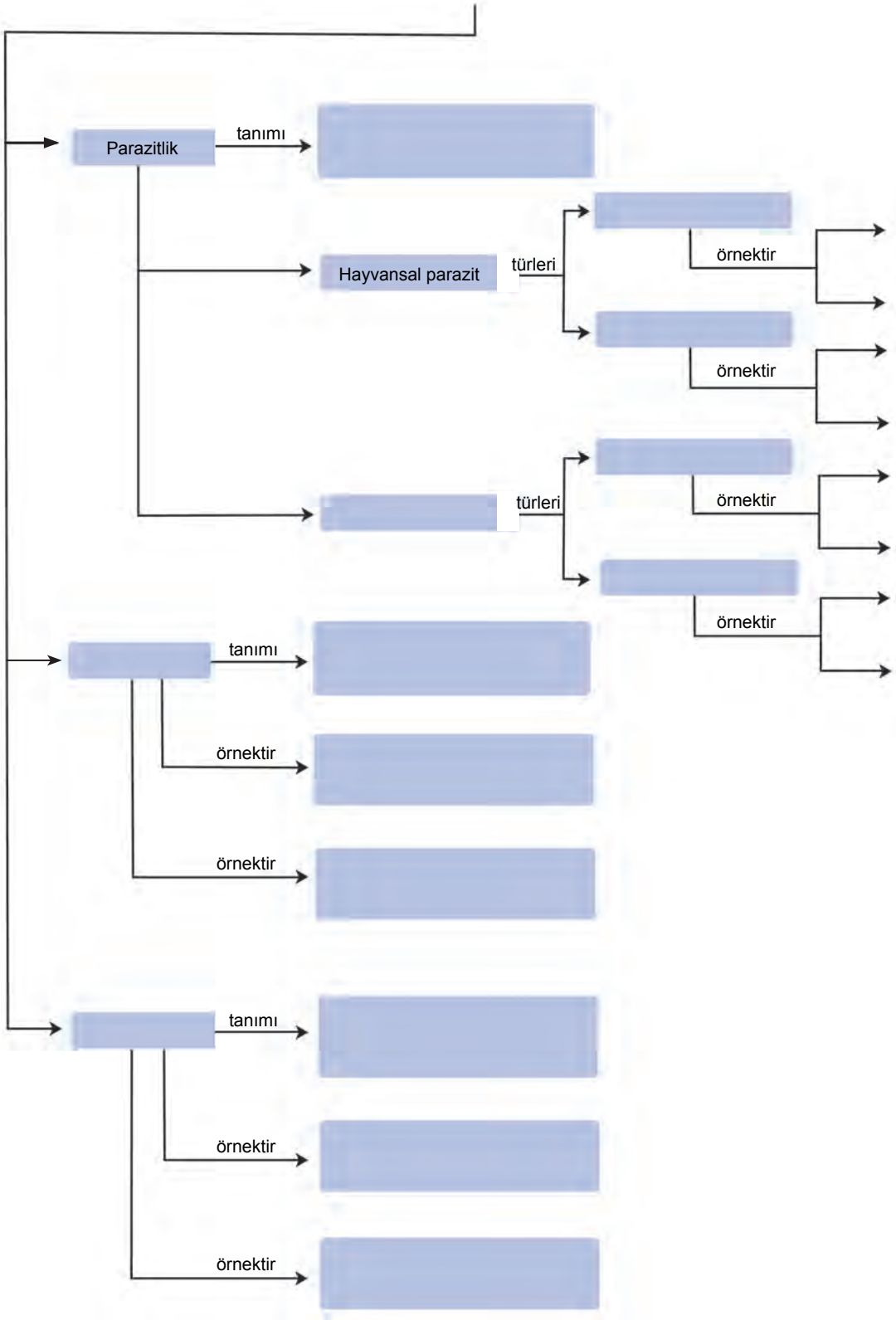
Paramesyum (10X15)

Vortisella (10X15)

İş Birlikli Kavram Haritası 5

Komünitede görülebilecek simbiyotik ilişkileri düşünerek boşlukları grupça doldurunuz.

Komünitede Simbiyotik İlişkiler



2. Ünite Komünite Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Rekabet nedir?
.....

2. Süksesyon nedir? Bir örnekle açıklayınız.
.....

3.-5. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız.

Prunus spinosa [Prunus spinosa (güvem, çakal eriği, dağ eriği, gökerik, silar, yaban eriği)]

Genelde boyu 1-3 m arasında değişen sık dallı, dikenli, dağınık görünümlü ve yayılıcı bir çalıdır. Gövde kabuğu siyahımsı kahverengindedir. Kazınan kabuğun altından turuncu renkli bir doku ortaya çıkar. Genç dalları kadife gibi yumuşak tüylerle kaplıdır, dalların ucu güçlü bir dikenle sonlanır. En ekşi eriklere sahiptir, çok asitlidir. Halkın güvem dediği bu erik türü, C vitamini bakımından çok zengindir. İçeriğinde organik asitler, pektin ve şeker bulunur. Reçel, marmelat, alkol yapımında kullanılır. Çiçekleri mart, nisan aylarında toplanıp kurutularak çay olarak tüketilir. Çok yaygın kök sistemiyle iyi bir toprak tutucudur. Yamaçların tespitinde kullanılan öncü bir bitkidir. İyi bir kuş yuvası koruyucusudur. Çalılıklar, dere kenarları, orman yakınları, kumul-çayır geçiş alanlarında yayılış gösterir. Türkiye'de özellikle Trakya'da, dünyada Avrupa, Kafkasya, Kuzeybatı İran ve Kuzeybatı Afrika'da bulunur. *(Kaynak: İğneada Longoz Ormanları Bitkileri Resimli Tanıma Klavuzu, 2007)*

3. Güvem bitkisinin yaşam alanı bir ekoton bölgesidir. Niçin? Açıklayınız.
.....

4. Güvem bitkisinin dikenli-yayılımcı bir çalı olması çevresini nasıl etkiler?
.....

5. Bu bitkinin besin olarak tüketiminin insan sağlığı üzerine olumlu etkisi olabilir mi? Açıklayınız.
.....

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

6. Bir yaşam alanı içinde bir türün tüm bireylerinin oluşturduğu topluluğa ……..... denir.

7. Belirli bir bölge (sınırlı yaşam alanı) içinde birlikte yaşayan popülasyonların oluşturduğu topluluk .....adını alır.

8. Farklı iki ekosistemin kesişim bölgesinde, yaşam alanlarının birbiri içine geçtiği ve tür çeşitliliğinin fazla olduğu alana .....denir.

9. Bir canlının doğal olarak yaşayıp üreyebildiği yaşam alanına ..... denir.

10. Bir yaşama birliğinde türlerin sıra ile ortama gelip yerleşmesi sürecine .....denir.

11. Aşağıda verilen numaralı ifadeleri harfle verilen ifadelerle eşleştiriniz.

a) Tür
b) Popülasyon
c) Komünite
ç) Habitat
d) Ekoton
e) Ekosistem
f) Süksesyon

I. Kırklareli İğneada Longoz Ormanlarında bulunan *Nymphaea alba* (Nimfea alba) (Beyaz nilüfer) bitkileri	
II. Kurumuş bir kütükte yaşayan karıncalar için kütük	
III. Van Gölü'nde yaşayan bir inci kefali	
IV. Karadeniz'de yaşayan balık türleri	
V. Eğirdir Gölü	
VI. Seyhan Nehri'nin denize döküldüğü yer, alan	

12. Komünitede görülen simbiyotik ilişkiler düşünüldüğünde iki canlının etkileşimlerini olumlu (+), olumsuz (-) veya nötr (0) şeklinde belirleyiniz.

Simbiyotik ilişki	**I. canlı**		**II. canlı**	
Parazitlik	İnsan	-	Bit	+
Kommensalizm	Küçük balık		Köpek balığı	
Mutualizm	Alg		Mantar	
Av-Avcı	Tavşan		Vaşak	

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

13. Bir komünite içindeki türlerin arasında görülen beslenme ilişkileri komünitede;

I. süksesyon,
II. tür zenginliği,
III. ekolojik niş

biçiminde verilen özelliklerden hangisini belirler?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

14. Simbiyotik yaşamla ilgili;

I. timsah ve timsah kuşu birlikteliği,
II. insan kalın bağırsağındaki B ve K vitamini sentezleyen bakteriler ve insanın birlikteliği,
III. likendeki alg ve mantar birlikteliği,
IV. köpek balığı ile küçük vantuzlu balıklar arasındaki birliktelik,
V. insan alyuvarındaki plazmodyumun birlikte yaşam biçimi

örneklerinde kaç farklı birlikte yaşama çeşidi yer almaktadır?

A) 1 B) 2 C) 3
D) 4 E) 5

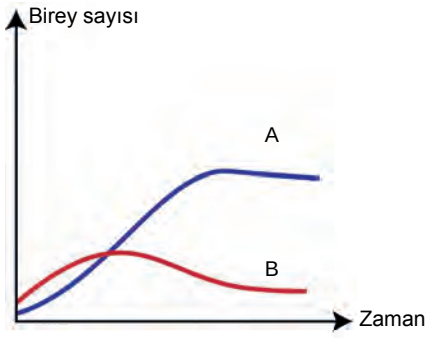
15. Komünitelerde değişime;

I. kilittaşı türünün herhangi bir nedenle zamanla yok olması,
II. istilacı türlerin yaşam alanına gelmesi,
III. iklim koşullarının çevre kirliliği nedeniyle değişmesi,
IV. kısıtlı olan doğal kaynakların azalması

durumlarından hangileri neden olabilir?

A) I ve IV B) II ve III C) II ve IV
D) III ve IV E) I, II, III ve IV

16. A ve B türlerinin zamana bağlı olarak birey sayılarının değişimi aşağıdaki grafikte verilmiştir.



A ve B türleri ile ilgili olarak verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) A ve B türleri arasında av-avcı ilişkisi vardır.
B) A ve B türleri aynı komünitede birbiriyle rekabet eden türler olabilir.
C) A ve B türleri vaşak ve tavşan olabilir.
D) A ve B türleri arasında kommensalizm görülebilir.
E) A türünün birey sayısı azaldığında, B türünün de birey sayısı azalmaktadır.

17. Kaplan tarafından kovalanmakta olan bir insanın;

I. kas,
II. sinir,
III. dolaşım,
IV. sindirim,
V. solunum

sistemlerinden hangisi en az çalışır?

A) I B) II C) III
D) IV E) V

Bölüm 2
Popülasyon Ekolojisi

Amaçlar

Bu bölüm tamamlandığında öğrenci;

- Popülasyon dinamiğine etki eden faktörleri analiz eder.
- Yaş piramitlerini ve büyüme grafiklerini tanır.
- Dünyada ve ülkemizdeki nüfus değişimleri ile ilgili olası sonuçları tartışır.

Kavramlar ve Terimler

- Popülasyon Dinamiği
- Taşıma Kapasitesi
- Yaş Piramidi

Bölüm İçeriği

- Popülasyon Ekolojisi
- Popülasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler
  - Popülasyon Yoğunluğu
  - Popülasyon Taşıma Kapasitesi
  - Popülasyonun Dağılımı
- Popülasyon Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Hazırlık Soruları

1. Türkiye'de manda üretimi son yıllarda giderek azalmaktadır. Sizce nedeni ne olabilir?

2. Toplumda anneanne, babaanne ve annelerin sahip olduğu çocuk sayısı arasında fark var mı? Varsa nedeni ne olabilir?

3. Yaşadığınız ilin insan nüfusu sayısı nedir?

4. İnsan nüfusundaki artış gelecek nesilleri nasıl etkiler?

Oku-Yorum

Doğanın Cömertliği Nereye Kadar?

Ekosistem kendisini topluluk düzeyinden ayıran, kendileri cansız olan fakat canlı toplulukların oluşumunu, yapısını ve karşılıklı etkileşimlerini etkileyen yangın, iklim ve besin döngüsü gibi faktörleri de içeren bir kavramdır. Bir tür içindeki çeşitlilik, genetik çeşitliliktir. Bu çeşitlilik tür, alt-tür, popülasyon, çeşitlilik, ya da ırk içindeki genetik farklılıkla ölçülür. Bir bölgedeki türlerin sayısı (yani o bölgenin tür zenginliği) bu konuda en sık kullanılan ölçüttür.

Ekosistem çeşitliliği ise bir ekolojik birim olarak etkileşim içinde olan organizmalar topluluğu ile bu organizmaların fiziksel çevrelerinin oluşturduğu bütünle ilgilidir. Ekosistem düzeyindeki biyolojik çeşitliliğin korunması, besin zincirinin ve enerji akışının korunmasını kapsar. Bu düzeyde, yalnızca türlerin oluşturduğu grupların değil, özelliklerin ve süreçlerin de korunması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz biyolojik çeşitliliğin küresel ölçekte korunması hedefine yönelik çabalara destek vermiş, bu alanda birçok girişimde bulunmuş ve anlaşmalar imzalamıştır. Türkiye Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'ni 1992'de imzalamış ve 29 Ağustos 1996 tarih ve 4177 Sayılı Kanun ile onaylamıştır. Sözleşme 14 Mayıs 1997'de ülkemizde yürürlüğe girmiştir.

Ülkemiz biyolojik çeşitlilik açısından küçük bir kıta özelliği göstermektedir. Bu durumun nedenleri arasında üç farklı biyoiklim tipinin görülmesi; bünyesinde Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan olmak üzere üç bitki coğrafyası bölgesi (BCB) bulundurması; topoğrafik, jeolojik, jeomorfolojik çeşitlilikleri barındırması; deniz, göl, akarsu, tatlı, tuzlu ve sodalı göller gibi değişik sulak alan tiplerine sahip olması; 0-5000 metreler arasında değişen yükselti farklılıklarının yoğun olması; derin kanyonlara ve çok farklı ekosistem tiplerine sahip olması; Avrupa ülkelerine göre buzul döneminden daha az etkilenmesi; Kuzey Anadolu'yu Güney Anadolu'ya bağlayan Anadolu Diyagonali'nin varlığı ve buna bağlı olarak oluşan ekolojik ve floristik farklılıklar barındırması ile üç kıtanın birleşme noktasında yer alması sayılabilir. Özetle, Türkiye tarım, orman, dağ, step, sulak alan, kıyı ve deniz ekosistemlerine ve bu ekosistemlerin farklı formlarına ve farklı kombinasyonlarına sahiptir. Yurdumuzun siyasi hudutları içinde doğal olarak yetiştiği hâlde başka hiçbir yerde yetişmeyen, diğer bir deyişle dünyada sadece ülkemizde yetişen bitkiler "Türkiye Endemikleri" olarak adlandırılır. Ülkemizde endemizm oranı %34 civarındadır (Davis, 1965-1988). Ülkemiz doğal orman ekosistemleri yönünden zengin olup küresel ölçekte 9 orman sıcak noktası barındırmaktadır. Dünya'da tanımlanmış bitki ve hayvan türleri sayısı 1.740.330 iken Türkiye'de tanımlanmış tür sayısının yaklaşık olarak 76.539 civarında olduğu bilinmektedir.

Türkiye'yi çevreleyen denizlerin farklı özelliklere sahip olması, içinde bulundurduğu biyolojik çeşitliliğin de farklılaşmasını sağlamıştır. Dünya okyanusları ve denizlerinde 30.000 tür, Türkiye denizlerinde ise 4000 tür bulunmaktadır. Kıyı şeridinde yaklaşık, 3.000 bitki ve hayvan türü yaşamaktadır. Türkiye denizlerinde de toplam 480 balık, 2150 alg türü yaşamaktadır. Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'i içeren Türkiye denizleri biyolojik çeşitlilik açısından çok zengindir: Karadeniz'de 300, Marmara Denizi'nde 200, Ege Denizi'nde 300 ve Akdeniz'de de 400 balık türü yaşamaktadır. Denizlerimiz, içinde bulundurduğu canlı kaynaklar ve ekosistem açısından büyük önem arz etmektedir. Bu denizel canlı kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliği ülkemizin gen kaynakları, tür ve ekosistem çeşitliliği açısından önemlidir. Özellikle Akdeniz foku, deniz kaplumbağası, yunuslar, balinalar, denizlerin akciğeri olan deniz yosunları, balık türleri, mercanlar denizlerimizde bulunan doğanın korunması açısından önem taşıyan, dünyaca takip edilen ve izlenen en önemli denizel canlı kaynaklardır.

İnsan sağlığı ve refahı için hayati öneme sahip olan biyoçeşitlilik, her geçen gün daha fazla değişmekte ve buna bağlı olarak ekosistem bozulmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu bu güzellikler her geçen gün kaybolmaktadır. Özellikle küresel ısınma ve iklim değişiklikleri çölleşmeye, tatlı su kaynaklarının azalmasına yol açmaktadır. Bu durum türlerin yaşam alanlarının yapısının bozulmasına, yaşam alanı daralmış canlıların yer değiştirmesine, canlı doğasında tahribata yol açan yeni etkileşimlere (istilacı türlerin yayılmasına) neden olmaktadır. Türkiye denizlerindeki yabancı ve istilacı türlerin sayısı 2005 yılında 263 iken, bu sayı 2011 yılında toplam 422'ye yükselmiştir (Cinar et al. 2011). Bu sayı artmaya devam etmekte ve Süveyş Kanalı'ndan her 9 günde bir istilacı yabancı tür girişi olmaktadır. Akdeniz'de bulunan istilacı yabancı türlerin birçoğu Süveyş Kanalı yoluyla gelirken Karadeniz'de bulunan istilacı yabancı türlerin birçoğu gemilerin balast sularıyla gelmektedir. Ülkemiz denizlerinde tespit edilen istilacı yabancı türlere örnek olarak, Mnemiopsis leidyi [(mnemiopsis leidyi) (taraklı denizanası, kaykay)], Rapana venosa [(rapana venosa) (deniz salyangozu)], Lagocephalus sceleratus [(lagosefalus sıkeleratus) (balon balığı)], Caulerpa taxifolia [(kaulerpa taksifoliya) (katil yosun)] sayılabilir. Bu istilacı yabancı türlerin izlenmesi, doğal biyolojik çeşitliliğimizin korunması ve sosyal yaşam, ekonomi ve sağlık üzerindeki olası etkileri yönünden izlenmesi son derece önemlidir. İzleme amacıyla "Nuh'un Gemisi Biyolojik Çeşitlilik Veri Tabanı" altında "İstilacı Yabancı Türler Ara Yüzü" oluşturulmuştur.

İşte bu yüzden tüm kaynakların tek sahibi olmadığımızı, bu kaynakların bir gün bitebileceğini unutmamalıyız. Küçük adımlarla büyük tasarruflar yapabileceğimizin farkına varıp mevcut kaynaklarımızı korumak ve geliştirmek için çaba harcamalıyız. *(Kaynak: de09327f-22fa-466d-9f10-b76e7c9d6ccb, Biyoçeşitliliği İzleme ve Değerlendirme Raporu, düzenlenmiştir. Erişim tarihi: 03.12.2017)*

Popülasyon Ekolojisi

2.2. Popülasyon Ekolojisi

Tek hücrelilerden çok hücrelilere kadar canlıların tümünde madde ve enerji gereksinimi yaşam boyu devam eden bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyaç; kaynakların sınırlı olması, canlının bireysel çabalarının yetersiz kalması, değişen çevresel koşullara karşı hayatta kalma mücadelesi ve neslinin devamlılığını sağlama gibi nedenler aynı türün bireylerini bir arada tutar. Belirli bir yaşam alanında bulunan tek bir türe ait bireylerin meydana getirdiği topluluğa **popülasyon** denir. Fethiye'deki kardelen çiçekleri, Kırklareli'ndeki meşe palamutları, Nazik Gölü'ndeki alabalıklar popülasyona örnek verilebilir.

2.2.1. Popülasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler

Popülasyonun yerleştiği alanın özellikleri, sahip olduğu besin kaynakları, ısı, ışık, nem, tür içi ve türler arası girdiği rekabet gibi etkenler **popülasyon dinamiği**ni belirler. Popülasyon dinamiği; popülasyonu oluşturan birey sayısı, popülasyonun büyüklüğü, taşıma kapasitesi, dağılımı, yaş dağılımları gibi popülasyon hakkındaki özelliklerin bilinmesini sağlar.

2.2.1.1. Popülasyon Yoğunluğu

Belli bir zaman diliminde birim alan veya hacimdeki birey sayısı bize **popülasyon yoğunluğu** hakkında bilgi verir. Örneğin "Bir mililitre kandaki *Vibrio cholera* (Vibrio kolera) bakterisi sayısı", "Longoz ormanlarında metrekareye düşen akça ağaç sayısı", "Akdeniz'de metreküpteki *Noctiluca milliaris* (Noktiluca miliaris) yakamozu sayısı" o türlerin o zaman dilimindeki popülasyon yoğunluğu hakkında bize veri sağlar.Yaşam alanı sınırları içinde tüm bireylerin sayılabilmesi hem makro hem mikro canlılar için çok zor bir durumdur. Bu yüzden bazı örnekleme teknikleri kullanılmaktadır. Popülasyonun yayılış gösterdiği alanlardan seçilen örnekleme alanlarını kullanma, işaretleme yapma ve tek tek sayma bu tekniklerden birkaçıdır. Bunlardan elde edilen verilerle popülasyon yoğunluğu yaklaşık olarak hesaplanmaktadır.

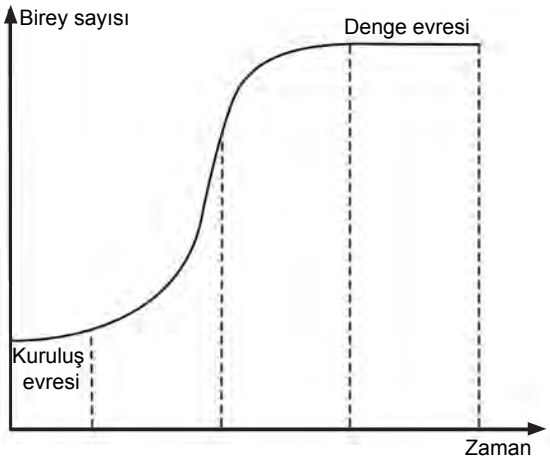
Doğum ve ölüm olayları, içeriye veya dışarıya gerçekleşen göçler, popülasyonların yoğunluğunu etkiler. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde **popülasyonun büyüklüğü** belirlenir.

Popülasyon büyüklüğündeki değişiklik (A)	=	Doğum sayısı+İçe göç (B)	-	Ölüm sayısı+Dışa göç (C)

Doğum sayısı ve içe göçün birlikte oluşturduğu B verisi, popülasyonun büyüklüğü ile doğru orantılı; ölüm sayısı ve dışa göçün birlikte oluşturduğu C verisi popülasyonun büyüklüğüyle ters orantılıdır. Her iki verinin yaklaşık aynı değerde olması popülasyonun dengede olduğunu gösterir.

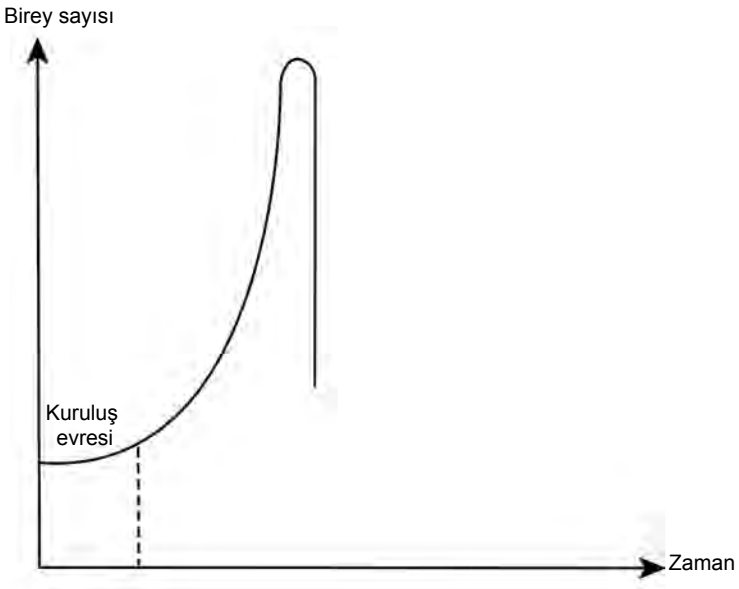
Popülasyon, zaman içinde anlamlı biyolojik değişimlere uğrayabilir. Ortama yabancı türlerin girmesi, habitatların yanlış kullanımı, çeşitli nedenlerle habitatların tahribatı, besin zincirlerinde meydana gelen bozulmalar popülasyonlar için tehlike oluşturmaktadır. Belirli çevresel koşullarda ve zaman dilimi içinde popülasyonların birey sayılarında görülen değişim **büyüme eğrileri** ile ifade edilir.

Bir adaya bırakılan sincap popülasyonu incelendiğinde sincaplar önce adaya yerleşir, doğum vardır ancak azdır (kuruluş evresi). Sincaplar ortama uyum sağladıklarında doğum sayısı ve buna bağlı olarak birey sayısı da artar. Artan birey sayısı alanın daralmasına, besinin azalmasına ve rekabete yol açar. Doğum sayısı artışı vardır ancak ölüm sayısı da artmaya başlar. Doğum ve ölüm oranlarının birbirine yaklaşmasıyla popülasyon denge hâline ulaşır. Popülasyonların bu şekilde büyümesi grafik üzerinde **S tipi büyüme eğrisi** olarak gösterilir (Grafik 2.4).



Grafik 2.4: Popülasyonlarda S Tipi Büyüme Eğrisi

Adaya bırakılan tür, bir çeşit çekirge olsaydı adaya uyum sağlama (kuruluş evresi) gerçekleştikten sonra çok hızlı bir şekilde büyüme gerçekleşirdi. Böyle ideal ortamlardaki popülasyonların büyüme hızında geometrik bir artış (2, 4, 8, 16, …) gözlemlenir. Ancak artan besin kıtlığı, rekabet gibi sebeplerle ölümlerde de hızlı bir artış gözlenir. Popülasyonların bu şekilde büyümesi, grafik üzerinde **J tipi büyüme eğrisi** olarak gösterilir (Grafik 2.5).



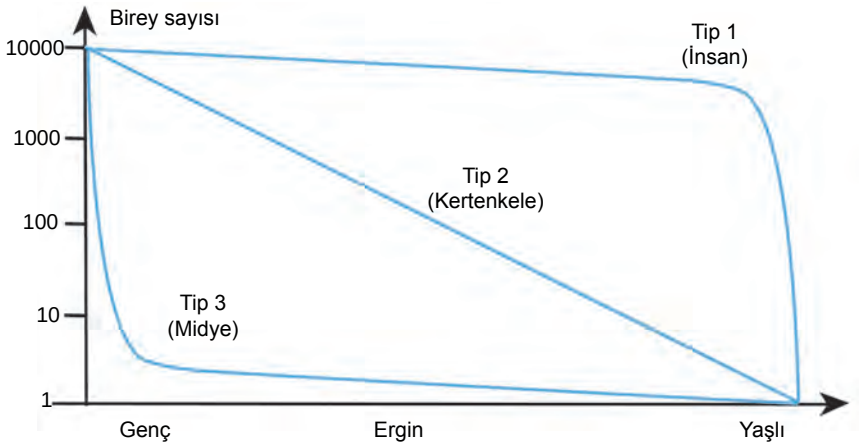
Grafik 2.5: Popülasyonlarda J Tipi Büyüme Eğrisi

Popülasyonların yaşlara göre hayatta kalma durumları **hayat tabloları** oluşturularak gözlenir. Bu tablolar, aynı yaştaki bireylerin doğumdan ölüme kadar izlenmesiyle oluşturulur. Tablodaki veriler kullanılarak **hayatta kalma eğrileri** adı verilen grafikler çizilir (Grafik 2.6). Temel olarak 3 tip hayatta kalma eğrisi vardır:

- **Tip 1 hayatta kalma eğrisi**, bireylerin genç ve ergin dönemlerde düşük ölüm oranı gösteren, yaşlı dönemlerde ise artmış ölüm oranları ile birey sayısı hızla düşen popülasyonlar için çizilir. İnsan gibi az sayıdaki yavrularına iyi bakım sağlayan büyük memeliler bu gruba girer.

- **Tip 2 hayatta kalma eğrisi**, her yaş için ölüm oranının sabit olduğu popülasyonlar için çizilir. Bazı kemirgenler, kertenkele ve bitki türlerinde bu tip hayatta kalma eğrisi görülür.

- **Tip 3 hayatta kalma eğrisi**, genç bireylerin hayatta kalma oranı düşük olan popülasyonlar için çizilir. Başlangıçta çok sayıda yavru veren ve genellikle yavru bakımı olmayan bazı balık ve deniz omurgasızlarının yavrularında çeşitli nedenlerle ölüm oranı yüksektir. Bu dönemi atlatıp hayatta kalabilen yavrular için ölüm oranı azalır.



Grafik 2.6: Popülasyonlarda Görülen Farklı Tip Hayatta Kalma Eğrileri

2.2.1.2. Popülasyon Taşıma Kapasitesi

Belli bir coğrafik alana yerleşmiş olan popülasyonlarda popülasyonun bulundurabileceği en fazla birey sayısına **taşıma kapasitesi** denir. Doğal hayatta popülasyonlar taşıma kapasitesini aşamaz. Çünkü çevre direnci popülasyonun büyümesini sınırlandırır. Popülasyonun bulunduğu ortamdaki avcı sayısı; ısı, ışık, nem ve besin gibi kaynak sıkıntısı; rekabet, parazitler ve hastalıklar gibi faktörler **çevre direnci**ni oluşturur.

Popülasyonun birey sayısı taşıma kapasitesinin altındayken popülasyonun büyüme hızı yüksektir. Birey sayısı, taşıma kapasitesine yaklaştıkça popülasyonun büyüme hızı yavaşlar.

UYARI ! *Popülasyonlardaki birey sayısı, taşıma kapasitesine yaklaştıkça artan çevre direnci nedeniyle popülasyon büyüklüğü belirli sınırlar arasında kalır.*

Bilgi Notu

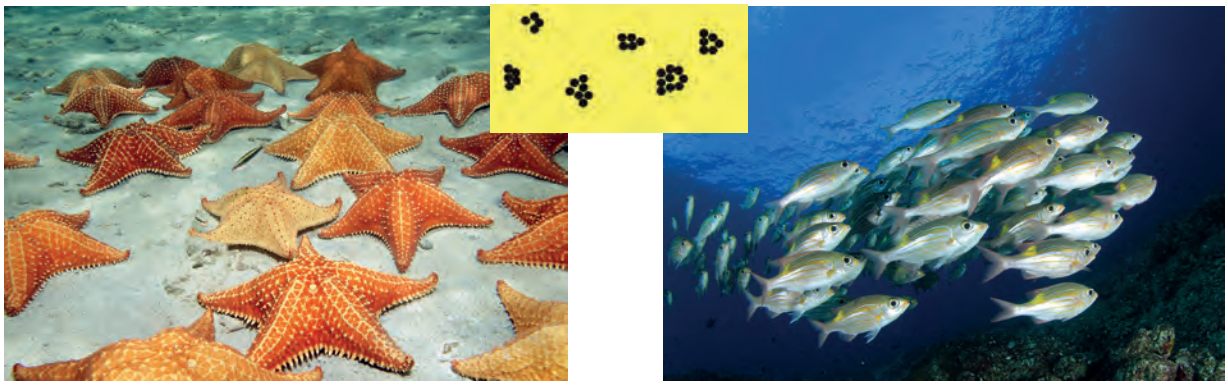
Çevre direnci olmayan laboratuvar koşullarındaki bir bakteri, 20 dakikada bir bölünür. Bakteriler bu şekilde çoğalmaya devam etseydi 1,5 günde tüm dünyayı kaplayacak kadar alana yayılırdı. Yapay koşullarda ortam, canlının ihtiyacına ve özelliklerine göre ayarlandığı için popülasyon taşıma kapasitesini aşabilir. Balık üretme çiftlikleri, milli parklarda bu durum gözlemlenebilir.

2.2.1.3. Popülasyonun Dağılımı

Popülasyonların coğrafik sınırları içerisinde bireylerin yerleşme biçimi popülasyonun dağılımını oluşturur. Çevre ve kaynakların homojen dağılım göstermemesi bireyin içgüdüsel davranışları gibi sebeplerle popülasyonu oluşturan bireyler zaman zaman gruplar, sürüler oluşturabilir. Gruplar, popülasyonun diğer üyeleri ile **ilişkili dağılım biçimi** sergiler. Popülasyonlarda başlıca 3 tip dağılım şekli görülür:

- Kümeli dağılım
- Düzenli (Tekdüze) dağılım
- Rastgele dağılım

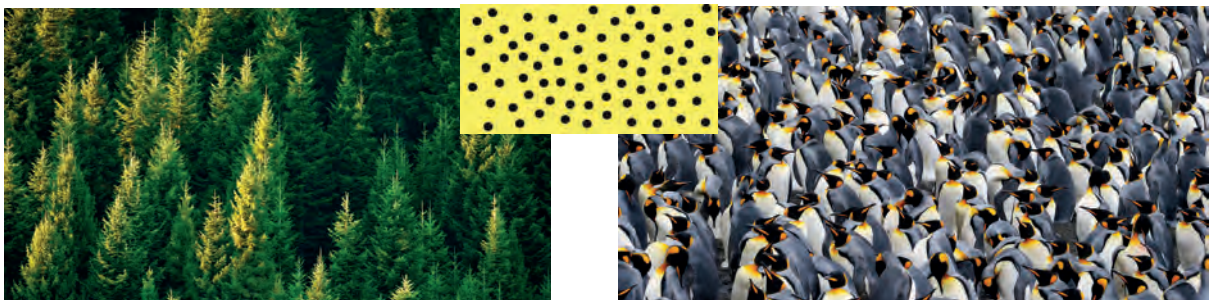
Kümeli dağılım: Popülasyonlarda en yaygın görülen dağılım biçimidir (Görsel 2.10). Popülasyonu oluşturan bireylerin belirli alanlarda kümelenmesi durumudur. Bitkilerde genellikle çevre koşullarının, toprak yapısının çimlenme ve gelişmeye uygun olduğu alanlarda kümelenme görülür. Denizyıldızları kolay besin bulup çiftleşebildiği gelgit havuzlarında grup oluşturabilir. Sürü içindeki bireyler grup oluşturarak avlanma, beslenme, savunmada kolaylık sağlarken, gereksinimlerin karşılandığı çevreden yararlanım oranını da artırır.



Görsel 2.10: Kümeli dağılım örneği

Düzenli (Tekdüze) dağılım: Zorlayıcı çevresel şartlarda bireyler arasında yetersiz kaynaklar için rekabet söz konusu olduğunda görülen dağılım biçimidir. Bireyler birbirlerine nispeten eşit uzaklıkta bulunurlar (Görsel 2.11). Bu dağılım yaygın görülen bir dağılım şekli değildir. Dağılımda bireyler birbirini doğrudan etkiler. Örneğin bazı bitkiler, kısıtlı olan kaynaklar için rekabet ettikleri bireylerin çimlenmesini ve gelişip büyümesini engelleyen kimyasallar salgılar. Böylece kendilerine yaşam alanı yaratır.

Atlas Okyanusu'nun güneyinde yer alan Falkland Adaları'ndaki kral penguenler ve bazı çam ağacı türlerinde tekdüze dağılım görülür.



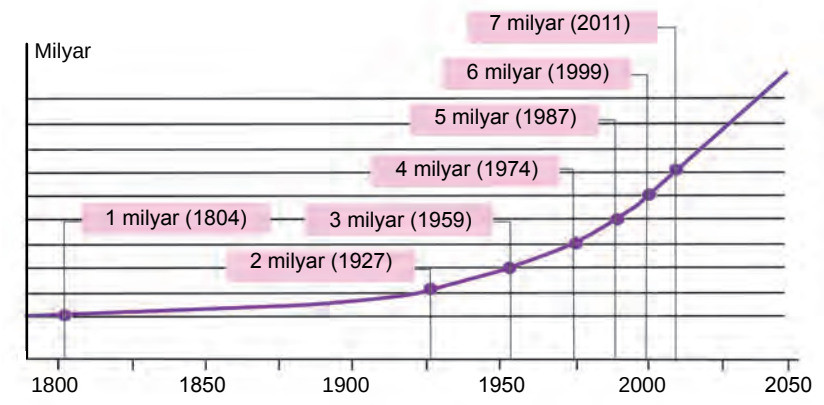
Görsel 2.11: Tekdüze dağılım örneği

Rastgele Dağılım: Popülasyondaki her bir bireyin pozisyonu, diğer bireylerden bağımsızdır (Görsel 2.12). Genellikle fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkisiyle yaşam alanında canlının nispeten sabit dağılım gösterdiği durumlarda görülür. Bu tür dağılımlar bireylerin birbirini çekme veya uzaklaştırma gibi etkileşimin olmadığı durumlarda ortaya çıkar. Örneğin rüzgârla tozlaşmanın görüldüğü karahindiba gibi bitkilerde, tozlaşma dönemi olan bahar aylarında rastgele dağılım görülür. Bu dağılım tipi doğada çok nadirdir.

Görsel 2.12: Papatya, karahindiba ve kaktüslerde rastgele dağılım örneği

İnsan Popülasyonunda Yaş Dağılımları

Son birkaç yüzyılda insan popülasyonu hızlı bir artış göstermiştir. Buna bağlı olarak kaynak yetersizliği, çevre sorunları, insan dışındaki bazı türlerin nesillerinin tehlike altına girmesi, bazı türlerin nesillerinin ise tükenmesi gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Popülasyonlar sonsuza dek büyümeyi sürdüremez. Üreme çağındaki sağlıklı birey sayısının azlığı, kıtlık, açlık ve savaşlar nedeniyle 20. yüzyıla kadar nüfus artışı yavaş gerçekleşmiştir. Daha sonraki yıllarda sağlık, eğitim, beslenme koşullarındaki iyileşme nüfusun büyümesini hızlandırmıştır. Hatta araştırmacılar 2050'li yıllarda dünyadaki insan nüfusunun 7,8-10,8 milyar civarında olacağını tahmin etmektedir (Grafik 2.7). Küresel nüfus hâlâ artmakla birlikte, yıllık nüfus artış oranı oldukça düşmüştür. Nüfus kontrolü ve AIDS dâhil birçok hastalık, popülasyon dinamiklerinde değişimlere neden olmuştur.



Grafik 2.7: Dünya Nüfusunun Yıllar İçinde Değişimi

İnsan popülasyonunun büyümesi, insanın üremeyi kontrol edebilmesinden dolayı diğer canlı popülasyonlarının büyümesinden farklı bir nitelik göstermektedir.

Ailelerin küçülmesi, sosyal değişiklikler, kadınların eğitim ve kariyer istekleri nedeniyle evlilik ve çocuk sahibi olmayı ertelemeleri gibi birçok sosyokültürel etken, demografik geçişe neden oluşturmaktadır.

Endüstrileşme ve yaşam koşullarındaki gelişime bağlı olarak, yüksek doğum ve ölüm oranından, düşük doğum ve ölüm oranına doğru gidişe **demografik geçiş** denir. Demografik değişkenlerden biri de popülasyonda her yaş grubundaki bireylerin göreceli sayısı **yaş yapısı** olarak isimlendirilen olgudur.

Yaş yapısı grafikleri (diyagramları), popülasyonların büyüme eğilimleri ile birlikte, sosyal koşullar hakkında çeşitli bilgilere ulaşmayı kolaylaştırır. Örneğin hızlı büyüyen bir popülasyonda gençlerin ve üreme çağındaki bireylerin sayılarının fazla olması, yakın gelecekte eğitimden yararlanabilme ve iş bulabilme olanaklarının azalmasına neden olabilecektir.

Yavaş büyüme gösteren popülasyonlarda ise çalışan insan sayısındaki zamana bağlı azalma, emekli insan popülasyonun artışına neden olacaktır.

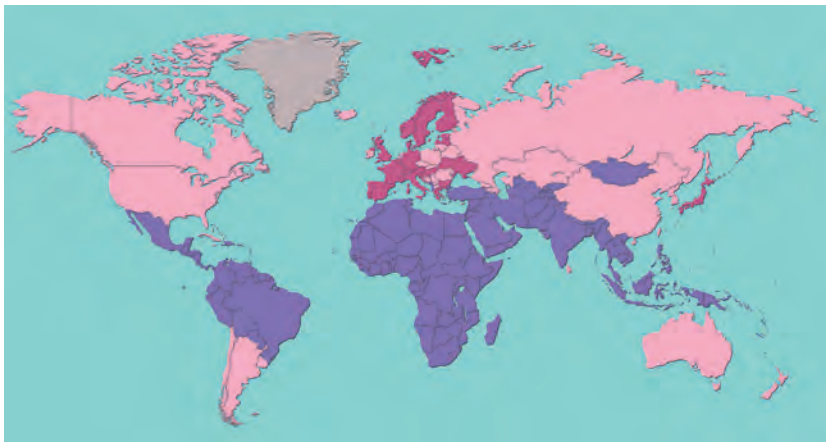
Dünya nüfusunda yaş ve cinsiyet yapısı yıllar içinde farklılıklar gösterir. Dünyada "Grafik 2.8"de farklı kıtalara ait; büyümekte olan, yavaş büyüyen ve dengedeki popülasyonlara ait yaş piramitleri verilmiştir. Büyüme olan popülasyonlardaki genç nüfus sayesinde bu piramitlerin taban kısmı geniştir.

Yavaş büyüyen popülasyonlarda, genç nüfus azalıp, yaşlı nüfus arttığı için dar tabanlı yaş piramidi görülür. Dengedeki popülasyonların ise yaş gruplarına göre birey sayıları yaklaşık olarak birbirine yakındır.

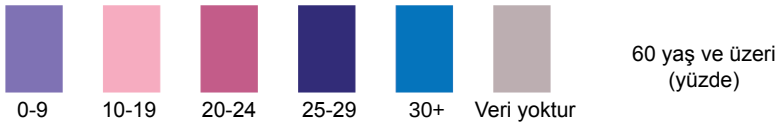
Grafik 2.8: Dünyada Farklı Kıtalarda Gözlenen Yaş Piramitleri

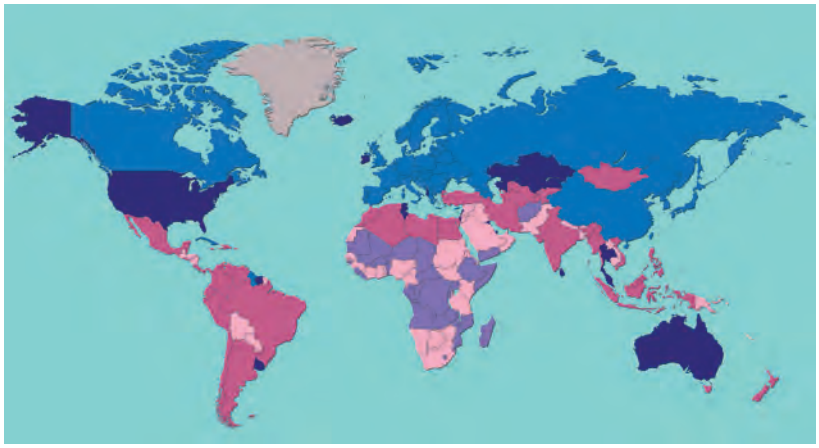
Yaşlı nüfusun artması; sağlık hizmetlerinin ve diğer çeşitli faktörlerin gelişmesiyle yaşam süresinin uzadığını ifade eder.

"Harita 2.1" ve "Harita 2.2"de 2006 ve 2050 yılları arasında ülkelerin, 60 yaş üzerindeki nüfuslarının toplam nüfusa oranı verilmiştir. Haritadan görüldüğü üzere 2006 yılındaki 60 yaş üzeri yaşlı nüfus, %20-24 oranla en yoğun olduğu yer Avrupa ve Japonya'dır. 2050 yılında ise yaşlı nüfus oranının Avrupa ve Japonya'nın yanı sıra Çin, Rusya ve Kanada'da artacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda bu ülkeler, yavaş büyüme gösteren popülasyonlara örnek olarak verilebilir.



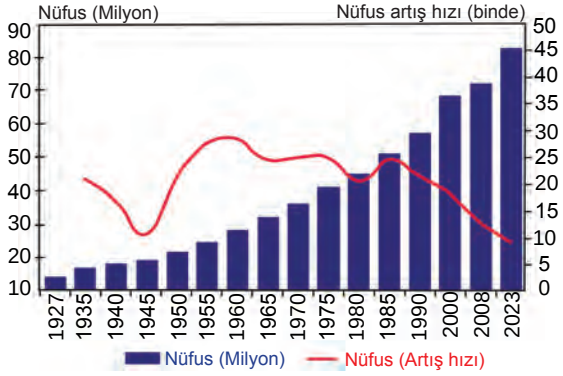
Harita 2.1: 2006 yılı dünya yaşlanma haritası





Harita 2.2: 2050 yılı dünya yaşlanma haritası

Ülkemizde 1927 yılında, Birinci Dünya Savaşı ve Kurtuluş Savaşı sonrası yapılan ilk nüfus sayımında ülkenin nüfusu 13,6 milyon olarak belirlenmiştir. Savaş sürecinden sonra ülkemizin nüfusu hızlı bir artış göstermiştir. "Grafik. 2.9"da görüldüğü gibi nüfus artış hızı en yüksek değerine 1950'lerin ortalarında ulaşmıştır. Nüfus artış hızı 1960'lı yıllarda azalmaya başlamıştır. Bu azalmanın 2023'e kadar da devam edeceği tahmin edilmektedir. Grafikten, nüfus artış hızı yavaşladığı hâlde ülkemizde genç nüfusun fazla oluşundan dolayı nüfusun artacağı gözlenmektedir.



Grafik 2.9: Ülkemizde nüfusun yıllara göre değişimi

Yapalım, Öğrenelim 6

Çalışmayı Yapan Grup/ Öğrenciler	**Çalışmanın Yapıldığı Tarih**
Çalışmanın Adı	Dünyada ve ülkemizde nüfus değişiminin analiz edilmesi
Çalışmanın Amacı	Dünyada ve ülkemizde nüfus değişiminin grafikler ve haritalar üzerinden analiz edilerek olası sonuçların tartışılması
Malzeme ve Materyaller	• Dünya nüfus değişim haritası • Ders kitabı, renkli keçeli kalemler, milimetrik kağıt, renkli kağıtlar, makas, yapıştırıcı
Etkinliğin Yapılışı	• Üç farklı grup oluşturunuz. • Biri ülkemiz olacak şekilde üç farklı ülke/kıta için seçim yapınız. • Ders kitabınızdaki "Harita 2.1" ve "Harita 2.2"den faydalanınız. • Seçtiğiniz ülkenin bu haritaya göre nüfus değişim oranlarını etkileyen nedenlerini bularak tahmini büyüme eğrisini çiziniz. • Grubunuzda elde ettiğiniz sonuçları, beş dakikalık sunumla sınıfta paylaşınız. • Diğer grupların bulduğu sonuçları kendi grubunuzun verisiyle karşılaştırarak olası senaryoları tartışınız.
Bulunan Sonuçlar ve Sonuçların Yorumlanması	1. Büyüyen nüfusların popülasyon dinamikleri üzerindeki etkileri nelerdir? 2. Küçülen nüfusların popülasyon dinamikleri üzerindeki etkileri nelerdir? 3. Nüfusların yaş dağılımları, ülkelerin geleceğini nasıl etkiler? 4. Öngörülen bu nüfus dağılımını, neler değiştirebilir?
Kaynak	ailehekimligi.gov.tr/; https://www.saglik.gov.tr/TR,11673/ana-cocuk-sagligi-ve-aile-planlamasi-genel-mudurlugu-turkiye-ureme-sagligi-programi-hizmet-cercevesi-raporu.html, Erişim Tarihi: 11.12.2017

Ders Öğretmeni **Tarih/İmza**

2. Ünite Popülasyon Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana veya defterinize yazınız.

1. Popülasyonun taşıma kapasitesi ne anlama gelmektedir?

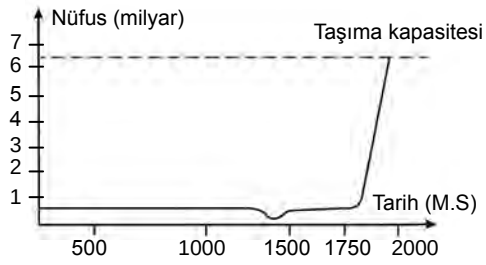
.....

2. Popülasyonlarda bireylerin ömür uzunluğu nelere bağlıdır?

.....

3.-5. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız.

Küresel ölçekte, en uzun üssel (J eğrisi) popülasyon büyümesi insana aittir. Kıtlık ve savaşlar yerel ölçeklerde kısıtlamaya neden olsa da insan nüfusundaki küresel büyümeyi 14. yüzyılda "Kara ölüm" (hıyarcıklı veba) olayı Avrupa'nın büyük bölümünü kırıp geçirmesi ile azaltmıştır. İnsan nüfusu için taşıma kapasitesi nedir bilinememektedir. Çünkü teknolojik gelişmeler yararlı kaynakları çekip alma becerimizi artırmıştır. Örneğin tarım, çevrenin taşıma kapasitesini artırmıştır. Korkunç kıtlık ve savaşlara, hastalıklara rağmen 1650'de insan nüfusu 500 milyondur. 18. yüzyılda Avrupa ve İngiltere'deki Sanayi Devrimi ardından tıp devrimi, yerleşilecek yeni toprakların keşfi, tarım uygulamalarında iyileşme insan için taşıma kapasitesini çarpıcı biçimde yükseltmiştir. 2040'lı yıllarda insan nüfusunun 8 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Büyüme hızı kadınların iyi eğitim almaları, aile planlaması gibi hizmetlerle düşmesine rağmen, dünya nüfusunun yarıya yakını genç nüfus olduğu için büyüme devam etmektedir. Hatta önümüzdeki elli yıl içinde dünya nüfusuna 3 milyar kişinin daha eklenmesi öngörülmektedir. *(Kaynak: Zooloji, Entegre Prensipler 16. Baskıdan Çeviri)*



3. İnsan nüfusundaki değişim, ilk yıllarda sizce neden çok düşük hızda olmuştur?

.....

4. İnsan popülasyonunun taşıma kapasitesinin artışına neler neden olmuştur?

.....

5. İnsan nüfusundaki büyüme hızı çok yavaşladığı hâlde nasıl oluyor da nüfus hâlâ artıyor?

.....

Aşağıda cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü/sözcükleri yazınız.

6. Bir türe ait habitatın, bozulmadan türün ihtiyaçlarını karşılayabildiği en çok birey sayısına popülasyonun ……..... denir.

7. Popülasyondaki bireylerin yaşama ve üreme şansını sınırlayan her türlü çevresel faktöre ....denir.

8. Zaman içerisinde popülasyon dinamiklerinde meydana gelen değişimlerin ve nedenlerinin incelenmesine ..... denir.

9. Komünitelerde popülasyonların kendilerine ait birey sayısı, yoğunluk, büyüklük, dağılım gibi özelliklerin toplamına..... denir.

10. Popülasyon ekolojisi ile ilgili verilen ifadeleri doğru ise "D", yanlış ise "Y" ile belirleyiniz.

Popülasyondaki bireylerin yaşama şansını sınırlayan çevresel faktörlerin tamamı o canlının ekolojik nişini oluşturur.	
Bitki türleri büyüyüp gelişmek amacıyla ışık ve mineral gibi faktörler için rekabet eder.	
Taşıma kapasitesine yaklaşmış popülasyonlarda rekabet ve dışa göçler azalır.	
Bir popülasyonu oluşturan bireyler arasında besin paylaşımı, eş seçimi, yuva alanı seçimi gibi nedenler tür içi rekabete neden olabilir.	
Popülasyonlarda grup (sürü) oluşturma eğilimi, bireylerin hayatta kalma şansını artırmaya yönelik bir adaptasyon biçimidir.	

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

11. İnsan popülasyonlarında görülen yaş dağılımı grafikleri toplumların;

I. gelişmişlik seviyesi,
II. eğitim durumu,
III. sağlık harcamaları,
IV. üreme öncesi birey sayısı

niteliklerinden hangileri ile ilgili bilgi verir?

A) I ve II B) II ve III C) II, III ve IV
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

12. Biyolojik çeşitliliğin azalmasına;

I. hızlı nüfus artışı,
II. kentleşme,
III. kontrolsüz ve kaçak avlanma,
IV. tarımsal ilaçlama ve pestisitler,
V. kısıtlı kaynakların ölçülü kullanılması

ifadelerinden hangileri yol açabilir?

A) I ve II B) I, III ve V C) II, III ve IV
D) II, IV ve V E) I, II, III ve IV

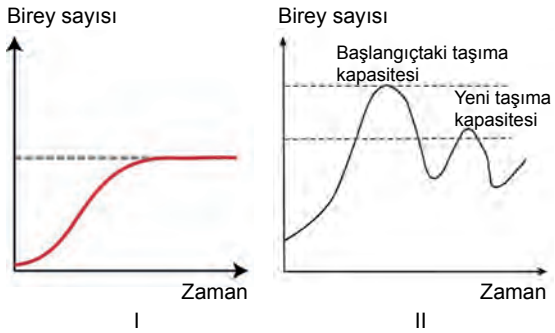
13. Ekoloji biliminde, birimlerin organizasyon düzeyleri ile ilgili;

I. popülasyon,
II. komünite,
III. biyosfer,
IV. ekosistem

terimlerinin küçükten büyüğe sıralanışı aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I-II-III-IV B) I-II-IV-III C) II-III-IV-I
D) III-IV-I-II E) IV-III-I-II

14. Bir popülasyonun taşıma kapasitesi, geniş zaman dilimi içinde değişime uğrayabilir. Aşağıda verilen grafiklerde iki farklı popülasyonda zaman ve birey sayısındaki değişimler gösterilmiştir.



Bu bilgilere göre aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) I. ve II. grafiklerde, görülen birey sayısı, taşıma kapasitesine ulaşıncaya kadar çevre direnci etkisi düşüktür.
B) II. grafikte birey sayısındaki hızlı artış sonucu, besin bulma, barınma ve eş seçimi gibi faktörler nedeniyle zaman içinde rekabet başlar.
C) II. grafikte çevre direnci nedeniyle yeni bir taşıma kapasitesi oluşmuştur.
D) I. grafikteki popülasyon büyüme hızı, taşıma kapasitesine yaklaştıkça azalmıştır.
E) I. grafikte taşıma kapasitesine erişme, birey sayısında hızlı bir düşüşe neden olmuştur.

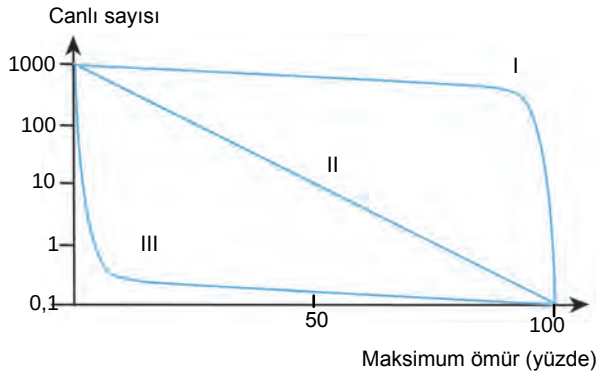
15. Popülasyonların dağılımı ile ilgili olarak aşağıda verilen;

I. kümeli dağılım, doğada popülasyonlar arasında en çok görülen dağılım tipidir,
II. tekdüze dağılımda bireyler birbirleriyle doğrudan etkileşim içerisindedir,
III. rastgele dağılımda bireyler birbirlerinden bağımsız şekilde yaşarlar,
IV. karahindiba rastgele dağılım gösterir

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) III ve IV
D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

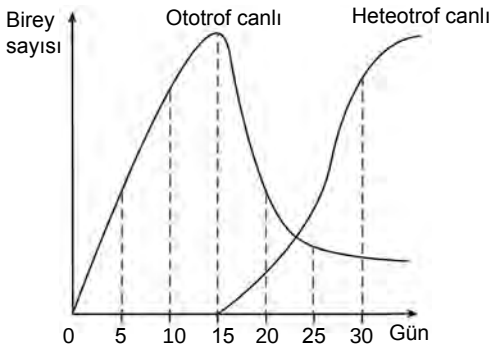
16. Aşağıdaki grafikte 3 farklı türün hayatta kalma eğrileri verilmiştir.



Bu eğrilerle ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) I numaralı eğri, insana ait olabilir.
B) II numaralı eğriye sahip türlerin ölüm oranı, her yaşta aynıdır.
C) III numaralı eğriye sahip türlerin, hayatlarının başlangıcında ölüm oranları düşüktür.
D) I numaralı eğriye sahip canlılarda yavru bakımı gelişmiş olmalıdır.
E) Bazı balık ve deniz omurgasızlarında III numaralı eğri görülür.

17. Aşağıdaki grafikte laboratuvar şartlarında bulunan kültür ortamında 2 canlı türü popülasyonu verilmiştir.



Bu popülasyonları kullanarak yapılan deneyin verileri ile oluşturulan grafiğe göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) 30. günde her iki canlı türü de taşıma kapasitesine ulaşır.
B) 5. günde heterotrof canlı sayısı ilk kez artmaya başlamıştır.
C) Bu iki canlı türü süksesyona örnek oluşturabilir.
D) 5-10 günleri arasında her iki popülasyona ait canlı türleri ortamda bulunmaktadır.
E) Heterotrof canlının ortamda görülmesi, ototrof canlının birey sayısının artışına sebep olmuştur.

ÜNİTE 2 Komünite ve Popülasyon Ekolojisi
Ölçme ve Değerlendirme Bölümü

1. Bir göl ekosisteminde yaşayan yeşil alg türünde popülasyon yoğunluğunun giderek azaldığı görülmüştür.

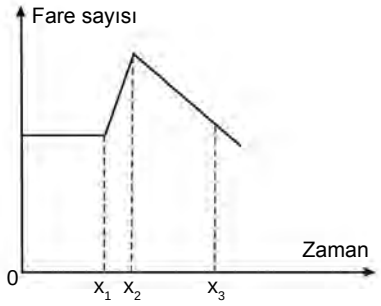
Bu duruma sebep olduğu düşünülen;

I. gölde aşırı kirlilik görülmesi,
II. ışık şiddetinin azalması,
III. sudaki CO_2 konsantrasyonun azalması,
IV. gölde bu alg türü ile beslenen organizma sayılarının artması

olaylarından hangileri çevre direncidir?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

2. Aşağıdaki grafikte zamana bağlı olarak fare sayısındaki değişim verilmiştir.



Buna göre;

I. 0-x_1 aralığında fare sayısının sabit kalma nedeni taşıma kapasitesi olabilir,
II. x_1-x_2 zaman diliminde yılanların sayısı azalmış olabilir,
III. x_2-x_3 zaman aralığında farelerde salgın bir hastalık ortaya çıkmış olabilir,
IV. x_2-x_3 fare popülasyonundaki birey sayısı değişkenliğinin nedeni aşırı doğurganlık ve içe göçler olabilir

ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) Yalnız IV E) I ve IV

3. Bir ekosistemde sayı ve faaliyet bakımından en göze çarpan türe baskın tür adı verilir. Bu yaşam alanı baskın tür için en iyi beslenme, korunma ve üreme şartlarına sahiptir.
Ekosistemde baskın olan türün yerini, zamanla başka türün alması olayına ne ad verilir?

A) Süksesyon B) Demografi C) Ekoton
D) Mutasyon E) Kaynak paylaşımı

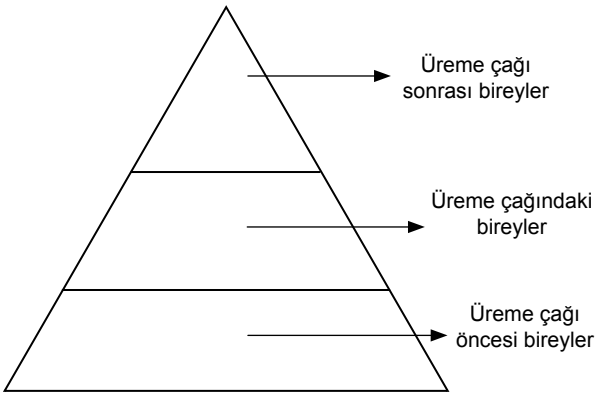
4. **Popülasyon yoğunluğunu etkileyen;**

I. salgın hastalıkların artması,
II. yaşam alanının daralması,
III. besin miktarının azalması,
IV. popülasyondaki birey sayılarının hızlı ve ani artması

faktörlerinden hangileri rekabeti artırıcı yönde etkide bulunur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

5. Popülasyondaki bireylerin yaş dağılımı ile popülasyonun büyümesi arasında bir ilişki vardır.



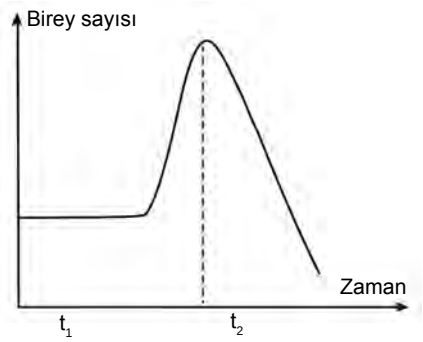
Yukarıda yaş dağılım piramidi verilen popülasyonla ilgili olarak;

I. yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalabilir,
II. genç birey sayısı çok azdır,
III. küçülmekte (gerileme eğilimi) olan bir popülasyondur,
IV. yaşlı birey sayısı çok fazladır

verilerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) III ve IV E) I, II, III ve IV

6.



Bir popülasyonun birey sayısındaki değişim grafikteki gibi olduğuna göre;

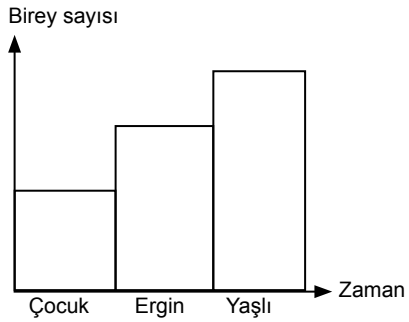
I. t_1 aralığında dışa göç artmıştır,
II. t_2 aralığında avcı sayısı artmıştır,
III. t_1 aralığında rekabet azalmış, besin miktarı artmıştır,
IV. t_2 aralığında yaşam alanı daralmış, dış göç artmıştır

yorumlardan hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II, III ve IV C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

7.



Yukarıda, yaş gruplarına göre birey sayılarının gösterildiği grafik verilmiştir.

Bu grafiğe göre;

I. doğum oranı fazla, ölüm oranı azdır,
II. birey sayısı zamanla artış gösterir,
III. gelişmiş bir ülkeye ait grafiktir

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

8. Her bir hayvan türü büyüyebileceği, üreyebileceği ve hayatta kalabileceği bir çevresel sıcaklık, nem ve besin sınırları aralığında yaşar. Bu yüzden uygun bir çevre, yaşam için gerekli her şeyi karşılamak zorundadır. Tropikal bir bölgede yaşayan bir tatlı su midyesi tropikal okyanuslardaki sıcaklığı tolere edebilse bile okyanustaki tuzluluk kendisini öldürecektir. Kuzey Buz Denizi'nde yaşayan bir yılanyıldızı, tropikal okyanuslardaki tuzluluk oranlarını belki tolere edebilir ama okyanusun sıcaklığını tolere edemez. Dolayısıyla sıcaklık ve tuzluluk bir hayvanın çevresel sınırlarının iki ayrı boyutunu oluşturur. Başka bir değişken olan pH'yi işin içine kattığımızda, bu tanım üç boyuta çıkar. *(Kaynak: Zooloji, 16. Baskıdan Çeviri sy: 807)*

Yukarıdaki parçaya göre;

I. her canlının hayatta kalabileceği çevre koşulları sınırlıdır,
II. bir çevrede canlılığın kalabilmesi için o çevrenin yaşam koşullarının tümünü karşılaması gerekir,
III. su ekosistemlerinde canlılık için sıcaklık önemli iken tuzluluk ve pH pek önem taşımaz,
IV. her canlının tolere edebildiği faktörler ve değerleri farklıdır

yorumlarından hangileri doğrudur?

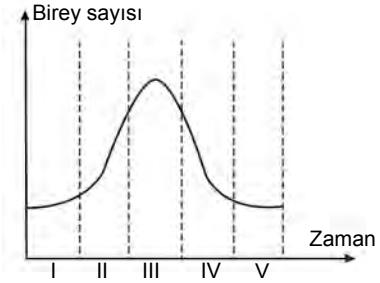
A) I ve II B) I ve III C) I ve IV

D) I, II ve III E) I, II ve IV

9. Bir popülasyonun taşıma kapasitesine ulaşmasını aşağıdakilerden hangisi sağlar?

A) Ekolojik nişlerinin aynı olması
B) Canlılar arasındaki rekabet
C) Çevre direncinin azalması
D) Bazı türlerin yok olması
E) Toprak yapısının bozulması

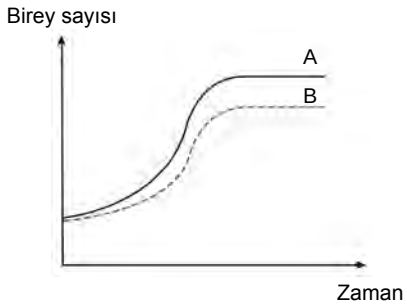
10. Aşağıdaki grafikte tavşan popülasyonuna ait birey sayısının zamana göre değişim grafiği verilmiştir.



Bu grafiğe göre aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) I. zaman aralığında çevre direnci yüksek değildir.
B) II. zaman aralığında tavşanla beslenen avcı sayısı azalmıştır.
C) III. zaman aralığında popülasyon yoğunluğu en yüksektir.
D) IV. zaman aralığında çevre direnci azalmıştır.
E) V. zaman aralığında birey sayısındaki artış negatif değerdedir.

11. Aşağıdaki grafikte, aynı ortamda bulunan A ve B türlerinin zamana bağlı olarak birey sayılarındaki değişim verilmiştir.



Buna göre;

I. A ve B türleri arasında av-avcı ilişkisi vardır,
II. A ve B türleri aynı ortamda birlikte yaşayamaz,
III. A ve B türlerinin ekolojik nişlerinde farklılıklar vardır,
IV. A ve B türleri arasında kaynak paylaşımı görülebilir

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) III ve IV

12. Komünitede gerçekleşen aşağıdaki durumlardan hangisi rekabetin azalmasında rol <u>oynamaz?</u>

A) Canlıların ekolojik nişlerinin farklı olması
B) Farklı tür canlıların bir arada yaşaması
C) Çevre direncinin azalması
D) Birey sayısının az olması
E) Canlıların olgunlaşma dönemlerinin farklı olması

13. Aynı popülasyonda bulunan sağlıklı tek yumurta ikizi olmayan iki farklı birey için;

I. nükleotit dizilimleri,
II. kromozom sayıları,
III. gonozom çeşitleri

özelliklerinden hangileri <u>kesinlikle</u> farklıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

14. Tam ve yarı parazit bitkiler için;

I. kloroplast bulundurduğundan fotosentez yapabilir,
II. konak bitkinin iletim demetlerinden organik besin alır,
III. konak bitkinin iletim demetlerinden su ve mineralleri alır,
IV. kökleri bulunmaz

ifadelerinden hangileri ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) III ve IV

15.-16. soruları aşağıdaki metne göre cevaplandırınız.

Yaşam alanlarında, bazen bir popülasyonun diğer popülasyonlar üzerindeki etkisi öylesine geniş kapsamlı olur ki onun yokluğu bütün bir komünitede çok çarpıcı değişikliklere yol açabilir. Böyle bir popülasyona " kilittaşı" adı verilir. Kuzey Amerika'nın batı kıyılarındaki gelgit kayalıklarında denizyıldızı *Pisaster ochraceus* (Pisaster okraseus) kilittaşı tür durumundadır. Denizyıldızları *Mytilus californianus* (Mitilus kalifornianus) midyesinin belli başlı avcılarıdır. Denizyıldızları deneysel olarak Washington State (Voşıngtın Stayt) kıyılarındaki belirli bir alandan çıkarıldıklarında, midyeler sayıca artarak daha önce diğer 25 omurgasız ve alg türü tarafından kullanılan her yeri işgal ettiler. Kilittaşı avcıların etkisi, av popülasyonlarını, yaşama alanı gibi kaynakların sınırlayıcı olduğu düzeyin altında kalacak ölçüde azaltma şeklinde olur. Rekabetin azalmasıyla kilittaşı türler, aynı kaynaktan yararlanan daha fazla türün bir arada var olmasını mümkün kılabilir. Dolayısıyla bir komünitedeki çeşitliliğin kalıcılığına katkıda bulunmuş olur. *(Kaynak: Zooloji, 16. Baskıdan Çeviri sy: 815)*

15. Aynı yaşam alanını paylaşan popülasyonlarda hangi türler kilittaşı tür adını alır?

16. Kilittaşı türlerin komünitedeki türlere nasıl bir etkisi vardır?

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU*

Adı-Soyadı: **Tarih :**
Sınıfı : **Etkinlik:**

Bu form, yaptığınız etkinlikle ilgili kendinizi değerlendirmeniz için hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneği belirleyiniz ve verilen soruları cevaplayınız.

	BECERİLER	Her zaman	Bazen	Hiçbir zaman
1.	Etkinlik için bana verilen ön hazırlığı yaparak sınıfta hazır bulundum.			
2.	Yönergeyi izledim.			
3.	Anlamadığım ve takıldığım yerde soru sordum.			
4.	Grup arkadaşlarıma çalışmada destek oldum.			
5.	Arkadaşlarımı çalışmaya teşvik ettim.			
6.	Bu etkinlik sırasında; ....başarılı oldum.			
7.	Bu etkinlik sırasında; ....zorlandım.			
8.	Bu etkinliği yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?			
9.	Bu etkinliği tekrar yapsaydım neleri değiştirirdim?			

GRUP ÜYELERİ DEĞERLENDİRME FORMU*

Bu form, yaptığınız etkinlikle ilgili kendinizi ve çalışma arkadaşınızı değerlendirmeniz için hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı "Her zaman", "Bazen", "Hiçbir zaman" seçeneklerini düşünerek belirtilen yerlere yazınız.

Değerlendiren Öğrencinin Adı-Soyadı:	**Sınıfı:**	**Tarih:**	**Etkinlik:**	**1. Arkadaşının Ad-Soyadı:** **2. Arkadaşının Ad-Soyadı:**

	HAZIRLIK-ARAŞTIRMA			**ETKİNLİĞE KATILIM**			**ETKİNLİĞİ SONLANDIRMA**		
Grubumuzdaki Öğrenciler	Ben	1. Arkadaşım	2. Arkadaşım	Ben	1. Arkadaşım	2. Arkadaşım	Ben	1. Arkadaşım	2. Arkadaşım
Bilgi toplamak için çeşitli kaynaklara başvurur.									
Etkinliğe katılımda gönüllüdür.									
Görevini zamanında yerine getirir.									
Temiz ve düzenli çalışır.									
Grup arkadaşlarının görüşlerine saygılıdır.									

PROJE/PERFORMANS DEĞERLENDİRME FORMU*

Bu form, yapılan çalışmanın değerlendirilmesi için hazırlanmıştır. Çalışmayı en doğru yansıtan seçeneği belirleyiniz.

Değerlendirilen Çalışmanın Adı:	**Öğrencinin Adı-Soyadı/Grup No:**	**Sınıf:**	**Tarih:**

DEĞERLENDİRME DERECELERİ					
BECERİLER	Yeterli değil (0-%20)	Kabul edilebilir (%21-%50)	Oldukça iyi (%51-%80)	Mükemmel (%81-%100)	Açıklama
HAZIRLIK					
1. Çalışma planının uygulanabilirlik düzeyi					
2. Bilgi kaynaklarına ulaşılma düzeyi					
3. Ulaşılan kaynaklardan etkin biçimde yararlanılma düzeyi					
ÇALIŞMANIN İÇERİĞİ					
4. Çalışma amacının yeterlilik düzeyi					
5. Çalışma kapsamının yeterlilik düzeyi					
6. Gözlem sonuçlarının mantıksal çıkarımlarla desteklenme durumu					
7. Çalışmaya uygun yöntem ve tekniklerin uygulanma düzeyi					
8. Dil kullanımı (Dil bilgisi, ifade bütünlüğü)					
GENEL DEĞERLENDİRME					
9. Çalışmayı özümseme ve çalışmaya hâkimiyet düzeyi					
10. Elde edilen sonuçların amaçla uygunluğu					
11. İleriye yönelik önerilerin varlığı					
12. Sunuş tekniği					
13. Çalışmanın uygulanabilirlik düzeyi					
14. Çalışma raporunun durumu					
Değerlendiren Öğretmenin Adı-Soyadı:					

(*) Bu formlar sınıf içi yapılan “Deney, Yapalım-Öğrenelim, İş birlikli Kavram Haritası” gibi etkinlikler ile “Araştıralım-Paylaşalım” gibi çalışmaların değerlendirilmesi için kullanılabilir.

Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. a. Deri b. Bazı iç organların iç yüzeyi (bağırsak içi gibi) c. Kan damarlarının iç yüzeyi

2. Bağ doku

3. Uç beyni çıkartılan bir kedi yürüyebilir, ağzına yemek konulursa yemeği yiyebilir. Yani hareketleri bilinçsizdir. Dokunma, görme, duyma gibi duyu organlarından gelen uyarılar değerlendirilemez. Bilinç merkezi tahrip olmuştur. Bu yüzden karar verme gibi bilinçli olayları gerçekleştiremez.

4. İnsan sinir sisteminde; ses dalgaları (işitme), sıcaklık (dokunma), ışık (görme), kimyasal maddeler (tat, koku) uyartı oluştururlar.

5. Bir nöron, aralıksız uyarılamaz. Çünkü nöronda uyartının oluşabilmesi için uyartının eşik değerde, nöronun ise polarizasyon durumunda olması gerekir. Aksiyon potansiyeli oluşmadan uyarı alınmaz. Bu sebepten dolayı nöronun bir uyarıdan sonra tekrar uyarılabilmesi için polarize olması, aksiyon potansiyelini oluşturması gerekmektedir.

6. Bu duruma bir insanın uyurken bomba patlamasına verdiği tepki ya da yolda yürürken üstüne bir nesne düşmesi karşısında gösterdiği tepki sırasında vücudunda gerçekleşen olaylar verilebilir. Şuur kaybı, ağrı hissi, kızgınlık, şaşkınlık, sindirim ve iskelet kaslarındaki düzensiz kasılmalar, kalbin atış hızındaki değişiklik gibi çok yönlü bir tepki meydana gelir.

7. Uç beyin, beyincik, omurilik soğanı etkilenmiştir.

8.

Beyincik
Temporal lop
Paryetal lop
Temporal lop
Frontal lop

9.

Refleks
Reseptör, duyu nöronu, merkezî sinir sistemi (omurilik), motor nöron, kas
Omurilik
Az sayıda nöron görev alır ve beyne sorulmadan otomatik yapılır.

10. Omuriliğin ön kökünden çıkan motor nöronlar bozulduğu zaman kas çalışmaz. Arka kökteki nöronlar duyu nöronlarıdır. Bunlar bozulursa impulslar gelmese bile birey kendi tepkisini somatik motor nöronlarla oluşturabilir.

11. Bezlerden salgılanan hormonlar; kana verilirler, kanla taşınarak hedef organ veya dokuyu etkilerler. Sinirlere göre daha yavaş bir iletişim görülür. Organik bileşiklerdir.

12. Karbonhidratlı besinler, sindirilip emilime uğradıktan sonra kanda glikoz düzeyi yükseldiği için pankreas uyarılarak insülin hormonu salgılanır. Kandaki glikoz miktarı, karaciğerde glikojen hâlinde depolanarak ve vücut hücrelerinin glikoz almasıyla düşürülür. Kanda glikoz miktarı normale eriştiğinde insülin salınımı düşer. Kanda her zaman insülin vardır.

13. Gözde kör nokta, retinadan impulsları alarak beyne taşıyan sinir hücrelerinin gözden çıktığı yere denir. Bu bölgede sinir hücreleri vardır ama reseptör hücreleri bulunmaz.

14. Statik denge vücut pozisyonunun dikey düzlemde yer çekimine göre ayarlanmasıdır. Dinamik denge hızlanma ve yavaşlama, dönme gibi hareketlerde vücut pozisyonunun korunmasıdır. Statik ve dinamik denge iç kulakta yeralan yarım daire kanalları, tulumcuk ve kesecikten beyinciğe ulaşan impuslar aracılığıyla ayarlanır. Bu ayarlama sırasında refleks mekanizması da etkindir.

15. Görme reseptörleri nesnelerden gelen ışıkla uyarılır. Çubuk reseptörleri, retinanın çevresel kısımlarında yoğunluk gösterir. Bu nedenle alaca karanlıkta bir cismin daha iyi görülmesi için yan tarafından bakılmalıdır. Yandan bakılarak cisimden yansıyan ışık alınmalıdır. Sarı noktada yoğun olarak bulunan koni reseptörlerin çalışabilmesi için çok ışığa ihtiyaç vardır.

16. D, Y, D, D

17. D, Y, Y, D, Y

18. D, D, Y

19. Nöron

20. Otonom sinir sistemi

21. Miyelin kılıf

22. Büyüme hormonu (GH)

23. ADH ve aldosteron

24. Otonom sinirler

25. Kemik köprü (çekiç, örs, üzengi)

26. I- d, II- e, III- b, IV- c, V- a

27. I-c, II-d, III-a, IV-b, V-e

28. E	Yanıtınız yanlış ise ortaokul fen bilgisi sistemler konusunda öğrendiklerinizi hatırlayarak homeostazi konusunu gözden geçiriniz.
29. A	Yanıtınız yanlış ise "Nöronun Yapısı ve İşleyiş Mekanizması" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
30. B	Yanıtınız yanlış ise "Beyin, Ön Beyin, Uç Beyin Kısımları" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
31. C	Yanıtınız yanlış ise "Beyin, Ön Beyin, Uç Beyin Kısımları" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
32. C	Yanıtınız yanlış ise "Sinir Sistemi Rahatsızlıkları ve Sinir Sisteminin Sağlığının Korunması" konularını yeniden gözden geçiriniz.
33. C	Yanıtınız yanlış ise "Endokrin Bezler ve Hormonlar" konularını yeniden gözden geçiriniz.
34. E	Yanıtınız yanlış ise "Paratiroit Bezi" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
35. D	Yanıtınız yanlış ise "Böbrek Üstü Bezleri" ve "Pankreas" konularını yeniden gözden geçiriniz.
36. B	Yanıtınız yanlış ise "Tiroit Bezi" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
37. E	Yanıtınız yanlış ise "Duyu Organları, Kulak" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
38. B	Yanıtınız yanlış ise "Duyu Organları, Deri" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
39. E	Yanıtınız yanlış ise "Duyu Organları" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

Destek ve Hareket Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. İnorganik maddeler; kalsiyum, fosfor, magnezyumdur. Organik maddeler; parathormon, kalsitonin, D vitaminidir.
2. D vitamini, kemiklerde kalsiyum ve fosfor birikmesine yardımcı olur.
3. Bütün kemiklerde bulunan yapılar; periost zarı, sert kemik, süngerimsi kemik, kırmızı kemik iliğidir.
4. Miyofibrillerdir. Bunlar aktin ve miyozin iplikçikler olmak üzere iki çeşittir.
5. Sinir sistemi ve hormonal sistemdir.
6. Asetilkolin ve norepinefrin kasların kasılmasında etkili olan nörotransmitterlerdir.
7. Kas kasılma birimi enerjiyi, aktin-miyozin kompleksi oluşurken ve ayrışırken harcar.
8. Düz kas hücreleri; mekik şeklinde, tek çekirdekli, istemsiz kasılan hücrelerdir. Bunlarda bantlaşma yoktur. Çizgili kas hücreleri; uzun, silindirik şekilde, çok çekirdekli, istemli kasılan hücrelerdir. Bunlarda ise bantlaşma görülür.
9. Motor nöron, kasla birleştiği yer olan motor plağa asetil kolin hormonu salgılar. Asetilkolin salgısı, kas lifi zarlarındaki sodyum kanallarını açarak kas lifinin depolarize olmasını yani uyarılmasını sağlar. Kasta oluşan aksiyon potansiyeli lif boyunca devam eder. Depolarizasyon, kas lifinin merkezine ulaştığında sarkoplazmik retikulumdaki kalsiyumlar sitoplazmaya girerek aktin ve miyozin iplikçikleri arasına yayılır. Böylece kas kasılır.
10. ATP, kreatin fosfat, glikoz.
11.

Çizgili kas
Çizgili kas
Düz kas
Çizgili kas
Kalp kası

12. Z çizgisi= II Aktin= III
Miyozin= IV Sarkomer= I
13. Miyofilament<Miyofibril<Kas lifi<Kas demeti
14.

Otonom sinirlerle çalışanlar:	Somatik sinirlerle çalışanlar:
Mide, aort damarı kasları, kalp kası	Ön kol kasları, karın kasları, yüz kasları, bacak kasları

15. Süngerimsi kemik
16. Sıkı (sert) kemik
17. Sarkolemma, sarkoplazma
18. Kas tonusu
19. Osteosit, osteoblast, osteoklast
20. Kırmızı kemik iliği
21. Havers ve volkmann kanalları
22. Epifiz plak
23. Kondrosit, kondrin
24. Hiyalin
25. Elastik
26. Oynamaz
27. Fibröz disk
28. Ligament
29. Tendon
30. D, D, Y, D, D
31. D, Y, Y, D, D
32. Y, D, Y, D, D
33. I - b, II - a, III - a, IV - c

34. A	Yanıtınız yanlış ise “Kemik Doku” konusunu gözden geçiriniz.
35. B	Yanıtınız yanlış ise “Huxley’in Kayan İplikler Modeli” konusunu gözden geçiriniz.
36. B	Yanıtınız yanlış ise “Kasılma Sırasında Gerçekleşen Kimyasal Olaylar” ve “Kasılma Mekanizması” konusunu gözden geçiriniz.
37. E	Yanıtınız yanlış ise “Kas Sistemi” konusunu gözden geçiriniz.
38. D	Yanıtınız yanlış ise “Kasılma Sırasında Gerçekleşen Kimyasal Olaylar” ve “Kasılma Mekanizması” konusunu gözden geçiriniz.
39. C	Yanıtınız yanlış ise “Kasılma Sırasında Gerçekleşen Kimyasal Olaylar” ve “Kasılma Mekanizması” konusunu gözden geçiriniz.
40. A	Yanıtınız yanlış ise “Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler Ön Beyin” ve “Destek ve Hareket Sistemi” konusunu gözden geçiriniz.
41. D	Yanıtınız yanlış ise “Kasılma Sırasında Gerçekleşen Kimyasal Olaylar” ve “Kasılma Mekanizması” konusunu gözden geçiriniz.
42. E	Yanıtınız yanlış ise “Destek ve Hareket Sisteminin Hastalıkları ve Sağlığının Korunması” konusunu gözden geçiriniz.
43. B	Yanıtınız yanlış ise “Kas Sistemi” konusunu gözden geçiriniz.

Sindirim Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. Tükürük bezlerinden salgılanan tükürük salgısı yoluyla şunlar gerçekleşir: Besinler ıslatılır, yumuşatılır, lokma hâline getirilir. Ayrıca içindeki amilaz enzimiyle nişastanın kimyasal sindirimi başlar. Antiseptiktir. Bikarbonat iyonları ile pH ayarlaması sağlanır.

2. Mide iç yüzeyi mukoza tabakası ile kaplıdır. Epitel hücrelerinden mukus salınır ve mide iç yüzeyini kaplar. Ayrıca epitel hücrelerinden salınan enzimler inaktiftir.

3. **Ağız:** Kimyasal ve mekanik sindirim. **Yemek borusu:** Sindirim yoktur. **Mide:** Kimyasal ve mekanik sindirim. **İnce bağırsak:** Kimyasal ve mekanik sindirim. **Kalın bağırsak:** Sindirim yoktur.

4. Villus yapısı, besin emilimi için yüzey alanını arttırır.

5. Antiseptiktir. Yağların mekanik sindirimini sağlar. Dışkıya renk verir. Kolesterol ve yaşlı alyuvarların parçalanmasıyla oluşan bilirübinin vücuttan atılmasını sağlar. Yağda çözünen vitaminlerin emilimini sağlar. İçeriğindeki bikarbonat iyonları, ince bağırsağı bazikleştirir.

6.

a.	Kar. sin.	Prot. sin.	Y. sin.
Varsa (+), yoksa (-) işareti ile belirtiniz.			
Ağız	+	-	-
Mide	-	+	-
İnce bağ.	+	+	+

b.	Tük. bezi	Mide bezi	İn. bağ. bezi	Pankreas
Yukarıdaki bezlerden salgılanan enzimi sindirim kanalındaki uygun olan yere yazınız.				
Ağız	Amilaz			
Mide		Pepsin		
İnce bağ.			Disakkaridazlar peptidazlar, Nükleotidazlar	Tripsin, kimotripsin, karboksipeptidaz, amilaz, lipaz, nükleaz

7. Kan şekeri yükseldiği için insülin salgısı artar.

8. Kafein, otonom sinirleri uyararak kalp atışını hızlandırır.

9. Asitli ve gazlı içeceklerin tüketilmesi reflü, gastrit ve ülser gibi hastalıklara yol açabilir.

10. Kefir içeceği içilebilir. Lifli besinler tüketilebilir. Ayrıca yiyeceklerin sıcaklığı, pişirilme süresi, içerdiği yağ miktarına da dikkat edilmelidir.

11. 8, 10

12. 1, 3, 5, 7, 11, 12

13. 2, 4, 6, 9

14. 1, 3, 8, 10, 11, 12

15. 2, 9

16. Monomer

17. Hücre içi

18. Mide, ince bağırsak

19. Villus

20. Nükleaz ve nükleotidaz

21. Kolesistokinin

22. Kapı toplardamarı

23. Mine

24. İnce bağırsak

25. Safra tuzları

26. İshal

27. D, Y, D, D, D

28. D, D, Y, D, D

29. I-ç, II-c, III-d, IV-b, V-e

30. I-c, II-b, III-ç

31. I-d, II-b, III-a, IV-c, V-ç

32. C	Yanıtınız yanlış ise “Sindirim Kanalı Organları” konusunu gözden geçiriniz.
33. B	Yanıtınız yanlış ise “Sindirim Sistemi” konusunu gözden geçiriniz.
34. A	Yanıtınız yanlış ise “Karbonhidratların Sindirimi” konusunu gözden geçiriniz.
35. B	Yanıtınız yanlış ise “Sindirim Kanalı Organları” ve “Sindirime Yardımcı Olan Bezler” konusunu gözden geçiriniz.
36. D	Yanıtınız yanlış ise “Proteinlerin Sindirimi” konusunu gözden geçiriniz.
37. A	Yanıtınız yanlış ise “Yağların Sindirimi” konusunu gözden geçiriniz.
38. D	Yanıtınız yanlış ise “İnce Bağırsak” konusunu gözden geçiriniz.
39. C	Yanıtınız yanlış ise “Sindirim Kanalı Organları” konusunu gözden geçiriniz.
40. A	Yanıtınız yanlış ise “Sindirim Sistemi” konusunu gözden geçiriniz.
41. D	Yanıtınız yanlış ise “Pankreas” konusunu gözden geçiriniz.
42. D	Yanıtınız yanlış ise “Yağların Sindirimi” konusunu gözden geçiriniz.
43. E	Yanıtınız yanlış ise “Pankreas” ve 9. sınıf “Organik Besinler” konusunu gözden geçiriniz.
44. D	Yanıtınız yanlış ise “Sindirim Sistemi Sağlığının Korunması” konusunu gözden geçiriniz.

Dolaşım Sistemleri Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. Kalbin çalışmasını başlatan sağ kulakçık üzerinde yer alan sinoatriyal düğüm (SA) impulsları hem kulakçıkları hem de atrioventriküler düğümün (AV) uyarılmasını sağlar. Ardından his demetlerini ve purkinje liflerini uyararak kalbin çalışması devam ettirilir.

2. Kalbin kasılması (sistol) durumu ve atım gücündeki artış, atardamar çeperlerinin esnekliğinin azalması, kanda bulunan protein, lipit gibi yapıların artması, adrenalin, noradrenalin ve tiroksin hormonları kan basıncını arttıran faktörlerdendir.

3. Böbrek üstü bezlerinden adrenalin hormonu salgılanmaktadır. Korku, heyecan, sevinç gibi durumlarda adrenalin hormonu kalp atışını hızlandırarak tüm vücudun oksijen ve besin ihtiyacını karşılar. Bu arada beyinde de duyguların yorumlanması gerçekleşir. Kişi buna göre tepki gösterir. Kalbi etkileyen otonom sinir sisteminden olan otonom sinirlerden nörohormon olarak noradrenalin veya norepinefrin hormonları salgılanır. Bu hormonlar adrenalin hormonu gibi etki gösterir. Böbrek üstü bezi çalışmayan bir insanda adrenalin hormonu salgılanmadığında kişinin normal yaşantısı devam eder ancak kendisini koruması gereken noktaları belirlemede, duygularını oluşturmada tepkisiz kalabilir.

4. Toplardamarlarda kanın ilerlemesini iskelet kasları, kalbin negatif emme gücü (kalbin diastolü), vücudun alt bölgesindeki toplardamarlarda bulunan yarım ay kapakçıklarını etkiler.

5. Akciğer atardamarı

6. Sağ karıncıktan-akciğer atardamarına, sol karıncıktan-aorta kan akışı olur.

7. I, III

8. Kalbin sağ kulakçığı ve karıncığı arasında triküspit kapakçık, sol kulakçık ve karıncık arasında biküspit kapakçık bulunur. Sağ karıncık ile akciğer atar damarın bağlandığı yerde yarım ay kapakçık, sol karıncık ile aortun birbirine bağlandığı yerde yine yarım ay kapakçık bulunur.

9. Damarların duvarlarında en dıştan içe doğru bağ doku, düz kas ve endotel hücreleri bulunur.

10. Akciğer dolaşımı küçük dolaşıma, sistemik dolaşım büyük dolaşıma karşılık gelmektedir.

11. Kılcallardan doku sıvısına madde geçişi hızlanırken doku sıvısından kılcallara madde geçişi olmazdı. Bu durum dokular arası sıvının artmasına, metabolik atıkların atılamamasına dolayısıyla ödem oluşmasına neden olurdu.

12. Lenf sistemi; doku sıvısın fazlasını, doku sıvısına geçen proteinleri ve ince bağırsaktan emilen yağ ve yağda çözünen vitaminleri kan dolaşımına iletir. İçerdiği hücre ve yapılarla vücut savunmasında rol oynar.

13. Üst ana toplardamar, sağ ve sol köprücük altı toplardamarı

14. Vücudumuz, 3 savunma hattına sahiptir. Savunmanın birinci hattında deri, zarlar ve vücut salgıları yoluyla vücuda hastalık etkenlerinin girişi engellenir. Savunmanın ikinci hattında fagositoz yapan hücreler, doğal katil hücreler, hastalık etkenine saldırarak etkisiz hâle getirir. Yangı tepkisi ve interferon da savunmanın ikinci hattını oluşturur. İlk iki savunma özgül olmayan savunma sistemini oluşturur. Savunmanın üçüncü hattı özgül savunmayı oluşturur. B ve T lenfositleri sayesinde gerçekleşir.

15. İnsan vücudunu patojenlere karşı uyararak mikrobun antijenlerine karşı antikor üretimini başlatmaktır. Aşı ile karşılaşmış vücut akyuvarları sonrasında hastalığın mikrobuyla karşılaştığında hızlı bir şekilde antikor üreterek vücudun hastalığa karşı direncini artırarak iyileşmeyi hızlandırır.

16. Aşırı kan kaybeden bir insana besleyici ve kanın ozmotik basıncını arttıran bir sıvı verilmelidir. Bu sayede doku sıvısı kan plazmasına geçer. Düşen kan basıncı ve nabız yükseltilir.

17. Antijenin vücuda girmesiyle antijene karşı B lenfositleri antikor üretir. Üretilen antikorlar antijenlere bağlanarak aktif bağışıklık oluşturulur.

18. Serum hazır antikor içerir ve ani hastalık durumunda kullanılarak pasif bağışıklık oluşturulur. Hazır antikorların alıcı kanında kalma süreleri birkaç saatten birkaç haftaya kadar sürebilmektedir. Daha sonra yok edilirler. Bu nedenle kısa süreli bağışıklık sağlanır.

19. Serum, hasta kişiye antikor oluşumunun beklenemediği acil durumlarda (arı, yılan, akrep sokmaları vb.) tedavi amaçlı verilir.

20. Bu tür bağışıklığa aktif bağışıklık adı verilir. Oluşan hafıza hücreleri çok uzun yıllar, hatta ömür boyu vücutta kalabilir. Bu durum, hastalığın tekrarlanmasını önler ve kalıcı bağışıklık sağlar.

21. 2, 3

22. 6

23. 4,7

24. 1

25.
a. Kan damarlarının toplam yüzey alanı
b. Kanın akış hızı **c.** Kan basıncı

26. sol karıncık	27. koroner
28. sağ kulakcık	29. sağ karıncık
30. triküspit	31. biküspit (mitral)
32. CO_2 ve metabolik atıkların	33. sinoatrial düğüm
34. tansiyon	35. ödem
36. göğüs lenf kanalı	37. eritropoietin
38. D, Y, D, D, D	39. D, D, D, D, Y
40. Y, D, Y, D, Y	41. D, Y, D, D, Y
42. D, Y, D, D, Y	
43. I-b, II-a, III-d, IV-c, V-a	
44. I-a, II-a ve b, III-b, IV- a ve b, V-a ve b	
45. I-d, II-c, III-a, IV-b, V-b	

46. D	Yanıtınız yanlış ise dolaşım sisteminin “Bağışıklık Sistemi” konusunu gözden geçiriniz.
47. A	Yanıtınız yanlış ise dolaşım sisteminin “Bağışıklık Sistemi” konusunu gözden geçiriniz.
48. A	Yanıtınız yanlış ise dolaşım sisteminin “Kan Dolaşımı” konusunu gözden geçiriniz.
49. C	Yanıtınız yanlış ise “Kalbin Çalışma Mekanizması ve Çalışmasını Etkileyen Faktörler” konusunu gözden geçiriniz.
50. D	Yanıtınız yanlış ise “Büyük Kan Dolaşımı” ve sindirim sistemindeki “Besinlerin Emilimi” konusunu gözden geçiriniz.
51. C	Yanıtınız yanlış ise “Bağışıklık Sistemi” konusunu gözden geçiriniz.
52. E	Yanıtınız yanlış ise “Frank-Starling Hipotezi” ve “Lenf Dolaşımı” konusunu gözden geçiriniz.
53. E	Yanıtınız yanlış ise “Kan ve Kemik İliği Bağışı” konusunu gözden geçiriniz.
54. C	Yanıtınız yanlış ise “Kan Grupları” konusunu gözden geçiriniz.
55. C	Yanıtınız yanlış ise “Kanın Yapısı” konusunu gözden geçiriniz.

Solunum Sistemi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. Akciğerlerde bulunan alveollerin akciğer yüzeyini genişletmesi, alveollerin tek katlı yassı epitel ile çevrili olması, olgun alyuvarların daha fazla O_2 taşıyabilmek için çekirdeksiz olması ve solunum organlarının iç yüzeylerinin nemli olması insanlarda soluk alıp vermeyi kolaylaştıran temel özelliklerdendir.

2. Kanda bulunan CO_2 oranının artması ve dolayısıyla pH değerinin azalması, kanın O_2 oranının azalması, adrenalin (epinefrin) hormonunun kandaki miktarının artması soluk almayı hızlandıran etkenler arasındadır.

3. Oksijenin çoğu, alyuvarlarda hemoglobine bağlanıp oksihemoglobin (HbO_2) şeklinde doku kılcallarına kadar taşınır. Doku kılcallarında hemoglobinden ayrılır. Oksijenin az bir kısmı ise kan plazmasında taşınır.

4. Karbondioksit kanda; kan plazmasında çözünmüş olarak, alyuvarlarda hemoglobine bağlanıp karbaminohemoglobin olarak ve kan plazmasında bikarbonat iyonu olarak olmak üzere üç şekilde taşınabilir.

5. Ortamda O_2 yetersizse oksihemoglobin oluşumu yavaşladığı için dokulara yeterli O_2 taşınamaz. Bu durumda hipoksi oluşur.

6. En çok enerji ve dolayısıyla oksijene ihtiyaç duyan organ beyindir. Ayrıca soluk alıp verme mekanizması, merkezî sinir sistemi ile kontrol edildiğinden oksijen azlığı ilk olarak beyni etkilemektedir.

7. Uçaklarda kabin basıncının azalmasında olduğu gibi yükseklere çıkıldıkça atmosfer basıncı düşer. Buna bağlı olarak oksijenin kısmi basıncı da azalır. Bu durum insanlarda soluk alıp vermeyi hızlandırır, hemoglobin ve alyuvar yapımını arttırır. Ani basınç değişimi akciğer ve beyin ödemlerine neden olur.

8. Yükseklere çıkıldıkça oksijenin kısmi basıncı azaldığından kanda daha çok oksijen taşınabilmesi için hemoglobin ve alyuvar miktarları artar. Bu sayede daha fazla oksijen taşınabileceği için daha fazla enerji üretilerek sporcunun deniz seviyesinde yapılacak yarışmada daha az yorulması sağlanır.

9. Ortamda solunan havadaki oksijenin azlığı, hücrelere iletilen oksijeni dolayısıyla hücrelerde üretilen enerjiyi (ATP) azaltır. Metabolizma için yeterli enerji olmadığından, oksijen azlığına bağlı solunum yetmezliği görülür.

10. Kandaki CO_2 alyuvarlarda karbonik anhidraz enzimi etkisinde suyla birleşerek karbonik asite dönüşür. Ardından oluşan karbonik asit iyonlara ayrışır. Hidrojen iyonu hemoglobine bağlanır. Bikarbonat iyonu ise plazmaya verilerek asitlik düşürülür, pH yükselir.

11. Dış solunum, akciğerlere dış ortamdan solunum gazları alınmasıdır. İç solunum, kan damarları ile doku hücreleri arasında yapılan gaz alış verişidir. Hücresel solunum ise glikoz gibi organik besin monomerlerinin hücre içinde enzimler yardımıyla yıkılarak hücre için ATP üretilmesidir.

12. Sürfaktan

13. Hemoglobin

14. Bronş

15. Diyafram, kaburga kasları

16. Dört

17. Diyafram

18.
a. Gırtlak
b. Soluk borusu (Trake)
c. Plevra
ç. Bronş
d. Bronşiyol
e. Alveol
f. Diyafram

19. D,Y,Y,Y,D

20.I- d, II-a, III-ç, IV-e

21. Akciğer kılcallarındaki alyuvarlarda:
IV, III
Doku kılcallarındaki alyuvarlarda:
I, II, V

22. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Soluk Alıp Verme Mekanizması" konusunu gözden geçiriniz.
23. C	Yanıtınız yanlış ise "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
24. B	Yanıtınız yanlış ise "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
25. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Soluk Alıp Verme Mekanizması" konusunu gözden geçiriniz.
26. D	Yanıtınız yanlış ise "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
27. C	Yanıtınız yanlış ise "Solunum Gazlarının Taşınması" konusunu gözden geçiriniz.
28. B	Yanıtınız yanlış ise "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
29. A	Yanıtınız yanlış ise "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
30. A	Yanıtınız yanlış ise "Solunum Gazlarının Taşınması" konusunu gözden geçiriniz.

Üriner Sistem Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. Amonyak, üre, ürik asit, amonyum, kreatinin
2. Proteinler, nükleik asitler, kreatin fosfat
3. Bowman kapsülü ve glomerulus Malpighi cisimciğini oluşturur. Böbreğin kabuk bölümünde yer alır.
4. III-II-I
5. Havuzcuk, üreter, mesane, üretra
6. Süzülme : Malpighi cisimciği Geri emilme: Proksimal tüp, Henle kulpu, distal tüp ve idrar toplama kanalı Salgılama : Proksimal ve distal tüp
7. Kronik böbrek yetmezliği, böbreklerde aktif D vitamini oluşumunu engelleyerek D vitamini yetersizliğine neden olur.
8. Plazmada artan fosfatların kalsiyumlara bağlanması ile plazmada kalsiyum miktarı azalır. Bu azalış parathormon salınımını uyararak daha fazla parathormon salgılanmasına neden olur.
9. Kronik böbrek yetmezliği, iskelet sisteminin zayıflamasına neden olur.
10. üreter
11. nefron
12. süzülme, geri emilim, salgılama
13. atardamar
14. proksimal tüp
15. su
16. aldosteron
17. ADH
18. homeostazi
19. alyuvar
20. eritropoietin
21. NH_3
22. a. Böbrek toplardamarı b. Böbrek atardamarı c. Öz bölgesi ç. Piramit d. Üreter e. Mesane f. Üretra
23. D, Y, Y, D, D
24. D, D, Y, Y, D
25. Y, Y, D, D, D
26. I-a, II-ç, III-e, IV-c
27. I-b, II-ç, III-c, IV-d, V-a

28. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Böbreğin Görevleri" konusunu gözden geçiriniz.
29. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Böbreğin Yapısı' ve "Nefronun İşlevi ve İdrar Oluşumu" konusunu gözden geçiriniz.
30. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Böbreğin Yapısı" konusunu gözden geçiriniz.
31. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Nefronun İşlevi ve İdrar Oluşumu" konusunu gözden geçiriniz.
32. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Böbreğin Görevleri" konusunu gözden geçiriniz.
33. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Nefronun İşlevi ve İdrar Oluşumu" konusunu gözden geçiriniz.
34. A	Yanıtınız yanlış ise "Böbreğin Görevleri" konusunu gözden geçiriniz.
35. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Böbreğin Yapısı" konusunu gözden geçiriniz.
36. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Böbreğin Yapısı" konusunu gözden geçiriniz.
37. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Geri Emilme" konusunu gözden geçiriniz.
38. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Nefronun İşlevi ve İdrar Oluşumu" konusunu gözden geçiriniz.
39. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Nefronun İşlevi ve İdrar Oluşumu" konusunu gözden geçiriniz.
40. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Süzülme" konusunu gözden geçiriniz.
41. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Geri Emilme" konusunu gözden geçiriniz.

Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim
Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. Ovaryum ve testislerin temel görevi üreme hücrelerini (dişilerde yumurta hücresi, erkeklerde sprem hücresi) oluşturmaktır. Ovaryumdan östrojen ve progesteron, testislerden testosteron hormanı salgılanır. Östrojen dişi özelliklerinin kazanılmasını, testosteron erkek özelliklerinin kazanılmasını sağlayan hormondur.

2. Dişi ve erkek üreme hücrelerinin oluşumu anlımana gelir. Spermatogenez erkek gametin, oogenez dişi gametin oluşumunu sağlayan mitoz ve mayoz bölünme süreçleridir. Bu olaylar gametogenez olarak tanımlanır.

3. Her iki cinsiyette de gametogenezi başlatan hipofizin ön lobundan salgılanan FSH ve LH hormonlarıdır. FSH dişilerde folikül hücrelerini uyararak oogenez olayını başlatır ve folikül hücrelerinden östrojen hormonu salgılanmasını sağlar. FSH erkeklerde testisleri uyararak spermatogenezi başlatır ve testesteron salınımı başlatır. LH ise spermatogenezin gerçekleşmesini sağlar.

4. Ovulasyon sonrası boş kalan folikülde yağ birikmesi ile oluşan yapıdır. Salgıladığı östrojen ve progesteron salgıları ile uterusu kalınlaştırarak gebeliğe hazırlar. Gebelik gerçekleşmiş ise gebeliğin devamını sağlar.

5. Sertoli hücreleri spermlerin korunup beslenmesini sağlar.

6. Gelişimi normal olmayan testislerin yeterli testosteron salgılayamaması nedeniyle testislerin skrotuma inişi engellenir.

7. Sperm üretimi için testislerin, karın boşluğuna göre daha düşük sıcaklıkta olan skrotumda olması gerekmektedir.

8. Anne sütü, inek sütünden daha fazla laktoz içerirken inek sütü daha fazla protein içerir.

9. Anne emzirme döneminde metabolizması için gerekli maddeleri kaybeder. Yeterli kalsiyum ve D vitamini almazsa kemikler kalsiyum kaybederek yumuşar.

10. D vitamini eksikliği ve kalsiyum yetersizliğinde paratiroit bezi, parathormon salgısını arttırarak kemiklerden kana kalsiyum geçişini sağlar. Fazla miktarda parathormon salgılama paratiroit bezinde büyümeye neden olur.

11. endometriyum

12. morula

13. segmentasyon

14. blastosist, blastosöl

15. plasenta

16. a. Yumurtalık b.Yumurta kanalı c.Rahim ç. Serviks d.Vajina

17. a.Prostat bezi b. Vas deferens c. Epididimis ç. Testis

18. D, D, D, D, Y

19. Y, D, D, D, Y

20. D, D, D, Y, Y

21. D, Y, D, Y, D

22. D, Y, D, D, D

23. I-b, II-c, III-a, IV-d, V-ç

24. I-a, II-ç, III-c, IV-b, V-d

25. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "İnsanda Embriyonik Gelişim" konusunu gözden geçiriniz.
26. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dişi Üreme Sistemi , İnsanda Embriyonik Gelişim" konusunu gözden geçiriniz.
27. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dişi Üreme Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
28. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "İnsanda Embriyonik Gelişim" konusunu gözden geçiriniz.
29. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Üreme Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
30. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dişi ve Erkek Üreme Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
31. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dişi ve Erkek Üreme Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
32. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dişi Üreme Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
33. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dişi ve Erkek Üreme Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
34. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dişi Üreme Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.

ÜNİTE 1 İnsan Fizyolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
2. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
3. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
4. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
5. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları" konusunu gözden geçiriniz.
6. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler, Duyu Organları" konusunu gözden geçiriniz.
7. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
8. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
9. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
10. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
11. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Duyu Organları" konusunu gözden geçiriniz.
12. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
13. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
14. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
15. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
16. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Destek ve Hareket Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
17. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Destek ve Hareket Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
18. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Sindirim Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
19. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Sindirim Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
20. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Sindirim Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
21. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
22. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "İnsan Fizyolojisi"nde gördüğünüz bilim insanlarını gözden geçiriniz.
23. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
24. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Destek ve Hareket Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
25. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Sindirim Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
26. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dolaşım Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
27. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Sindirim Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
28. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dolaşım Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
29. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Bağışıklık Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
30. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Üriner Sistem" konusunu gözden geçiriniz.
31. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Üriner Sistem" konusunu gözden geçiriniz.
32. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Üriner Sistem" konusunu gözden geçiriniz.
33. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Üriner Sistem" konusunu gözden geçiriniz.
34. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
35. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
36. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Dolaşım Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
37. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim" konusunu gözden geçiriniz.
38. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Bağışıklık Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
39. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Kan" konusunu gözden geçiriniz.
40. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim" konusunu gözden geçiriniz.
41. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Solunum Gazlarının Taşınması" konusunu gözden geçiriniz.
42. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Solunum Sistemi" konusunu gözden geçiriniz.
43. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Solunum Gazlarının Taşınması" konusunu gözden geçiriniz.
44. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" konusunu gözden geçiriniz.
45. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Üriner Sistem" konusunu gözden geçiriniz.

46. Uzun kemiklerde yaşlanmaya bağlı alyuvar üretim miktarında azalma daha fazladır. Yassı kemik çeşitlerinde uzun kemiklere göre daha uzun süre alyuvar üretimi yapılır.

47. Sağlıklı alyuvar üretimi ve olgunlaşması için B_{12} vitamini ve folik asit önemli olduğundan bireyin beslenmesinden etkilenir. Alyuvar uzun ve yassı kemiklerde üretildiği için iskelet sisteminin sağlığı önemlidir. Sağlıklı alyuvar üretilmesi taşınacak oksijen miktarını etkilediğinden solunum ve dolaşım sisteminin sağlılığı iskelet sisteminin sağlığı ile ilişkilidir.

48. Koni hücreleri ışık bandının geniş aralığının tümünde yüksek netlikte görüntü almak için çalışma aralıklarını ortamın ışık yoğunluğuna bağlı olarak kaydırır. Konilerin kayması sırasında gözümüzde bulunan ayarlanabilir mercek de gözdeki kas hareketleri ile ayarlanarak görüntünün netleşmesine katkı sağlar.

49. Çubuk hücreleri düşük ışık şiddetinde, koni hücreleri yüksek ışık şiddetinde çalışır.

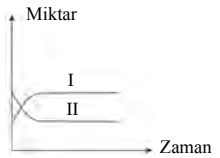
50. Hipotalamustan GnRH salgılanması, hipofiz bezinden salgılanan FSH ve LH gibi hormonal etkenlerle ışık, beslenme, stres gibi çevresel faktörlerdir. Ayrıca dışarıdan alınan doğum kontrol hapları da menstrual döngüyü etkiler.

51. Östrojen, progesteron ve insan koryonik gonadotropin hormonları etkilidir.

52. Laktoz intolerans genetik olarak saptanır. Süt ve fermente olmamış süt ürünleri tüketildiğinde sütteki laktoz laktaz enzimi yokluğu nedeniyle sindirilemez.

53. Laktoz intolerans, marasmus, kwashiorkor.

54.



55.

56. $\frac{\text{İnorganik madde miktarı}}{\text{Organik madde miktarı}}$ oranı

Komünite Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. Aynı veya farklı türdeki canlıların besin, alan, ışık gibi faktörleri elde etmek için birbirleriyle yarışmasına rekabet denir.

2. Komünitelerdeki türler arasındaki madde ve enerji alışverişi sırasında canlılara veya cansız çevreye bağlı değişiklikler meydana gelebilir. Bu değişiklikler komünitedeki türlerin dolayısıyla baskın türün de değişimine sebep olur. Bu değişime süksesyon denir. Örneğin akarsu yatağında yaşayan canlılar akarsuya baraj yapılınca o bölgede yaşayan tüm bitki, hayvan, mantar ve mikroorganizma türlerininin değişimine sebep olur.

3. Kumul-çayır geçiş alanlarında yayılış gösterdiği için yaşam alanı bir ekotonda olabilir.

4. Kök sistemi iyi bir toprak tutucu olmasını, dikenleri kuş yuvalarına korunak oluşturarak canlı ve cansız çevresini etkilemektedir.

5. C vitamini içermesi, soğuk algınlığı, diş eti hastalıkları vb. durumlarına karşı koruyucudur.

6. popülasyon

7. komünite

8. ekoton

9. habitat

10. süksesyon

11. I-b, II-ç, III-a, IV-c, V-e, VI-d

12. (+,0), (+,+), (-,+)

13. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
14. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünitede Simbiyotik İlişkiler konusunu gözden geçiriniz.
15. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
16. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
17. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.

Popülasyon Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

1. Popülasyonun belli bir zaman diliminde birim alanda ulaştığı en yüksek birey sayısına denir.

2. Popülasyonun yaşadığı bölgenin çevre direnci, popülasyonu oluşturan bireylerin genetik özellikleri ve besin olarak kullanılma şansı popülasyonlarda ömür uzunluğunu etkiler.

3. Kıtlık, savaşlar, hastalıklar gibi çeşitli faktörlerin etkisi, kaynaklara ulaşım sıkıntısı gibi durumlar ilk yıllarda insan nüfus artış hızının düşük olmasına neden olmuştur.

4. İnsan popülasyonu için taşıma kapasitesini sanayi devrimi, tıp devrimi, teknoloji ve tarımdaki gelişmeler gibi faktörler artırmıştır.

5. İnsan nüfusunda büyüme hızı kadının aktif olarak iş hayatında yer alması, aile planlaması gibi hizmetlerle yavaşlamasına rağmen genç nüfus sayısının fazla olması nedeniyle nüfus artmaktadır.

6. taşıma kapasitesi

7. çevre direnci

8. demografi

9. popülasyon dinamikleri

10. Y, D, Y, D, D

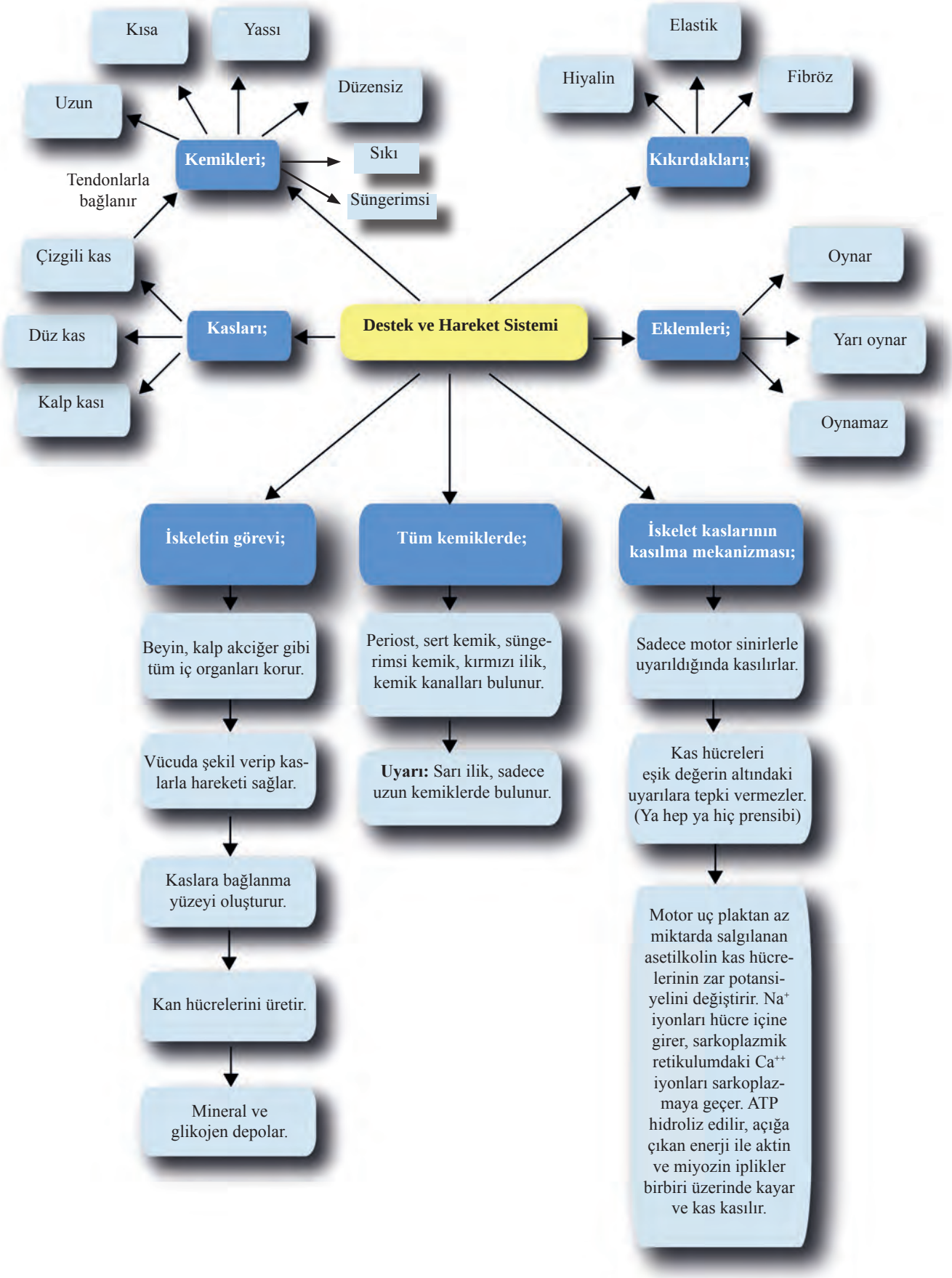
11. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyonlarda Yaş Dağılımı" konusunu gözden geçiriniz.
12. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler" konusunu gözden geçiriniz.
13. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite ve Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
14. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Yoğunluğu" konusunu gözden geçiriniz.
15. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler" konusunu gözden geçiriniz.
16. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
17. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite ve Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.

ÜNİTE 2 Komünite Ve Popülasyon Ekolojisi Ölçme ve Değerlendirme Bölümü Cevap Anahtarı

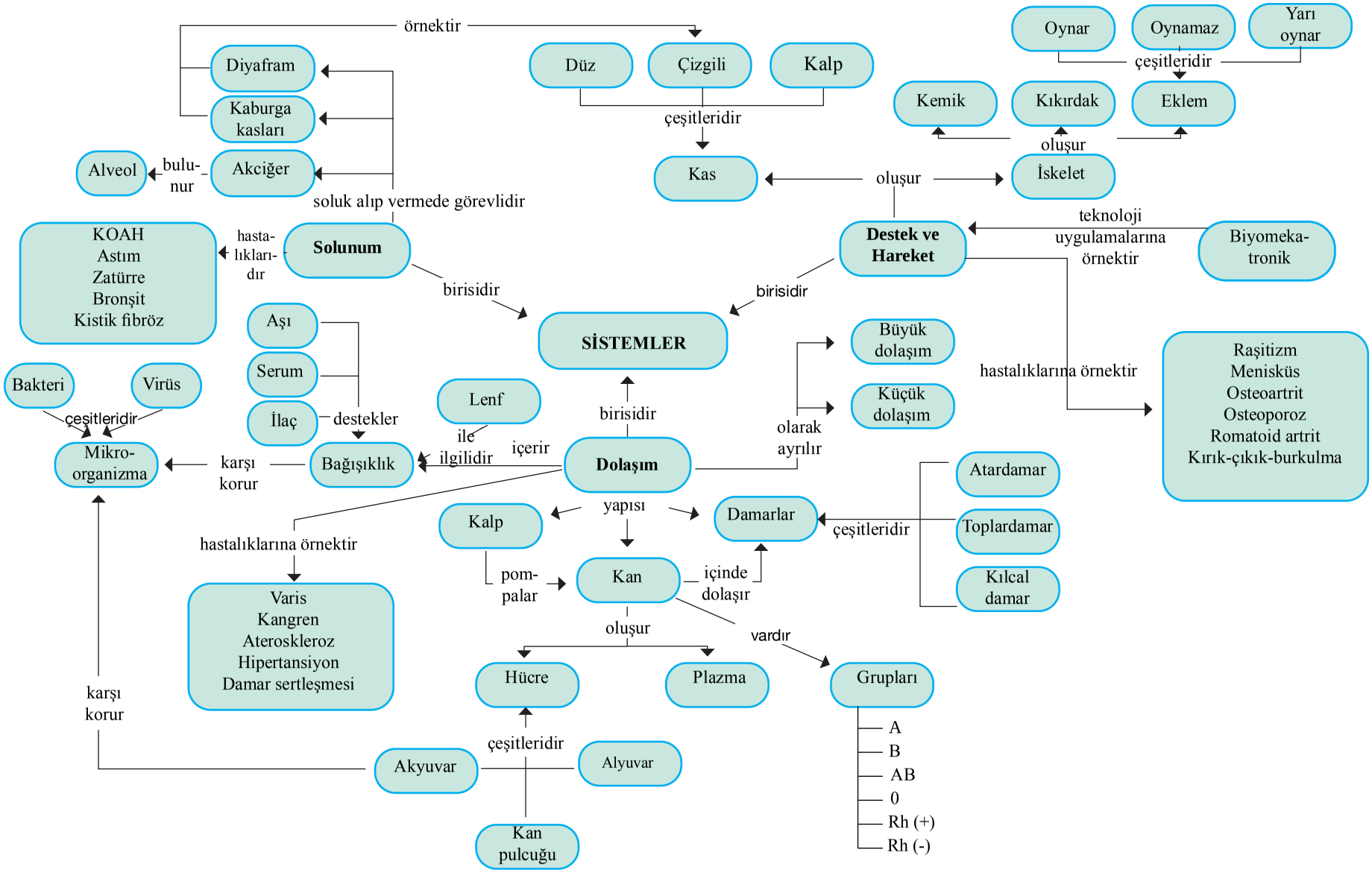
1. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
2. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
3. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
4. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
5. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
6. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
7. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
8. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
9. C	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
10. D	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
11. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite ve Popülasyon Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
12. B	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.
13. A	Eğer yanıtınız yanlışsa "Popülasyon Ekolojisi ve 9. Sınıf biyoloji dersi Canlı Alemleri ve Özellikleri" konusunu gözden geçiriniz.
14. E	Eğer yanıtınız yanlışsa "Komünite Ekolojisi" konusunu gözden geçiriniz.

15. Yaşam alanında geniş kapsamlı etkiye sahip olan, yokluğu çarpıcı değişikliklere yol açan türler kilittaşı tür adını alır.
16. Kilittaşı avcı türler popülasyondaki avlarının sayısını azalttığından aynı kaynaktan yararlanan daha fazla türün bir arada yaşamasına olanak sağlar.

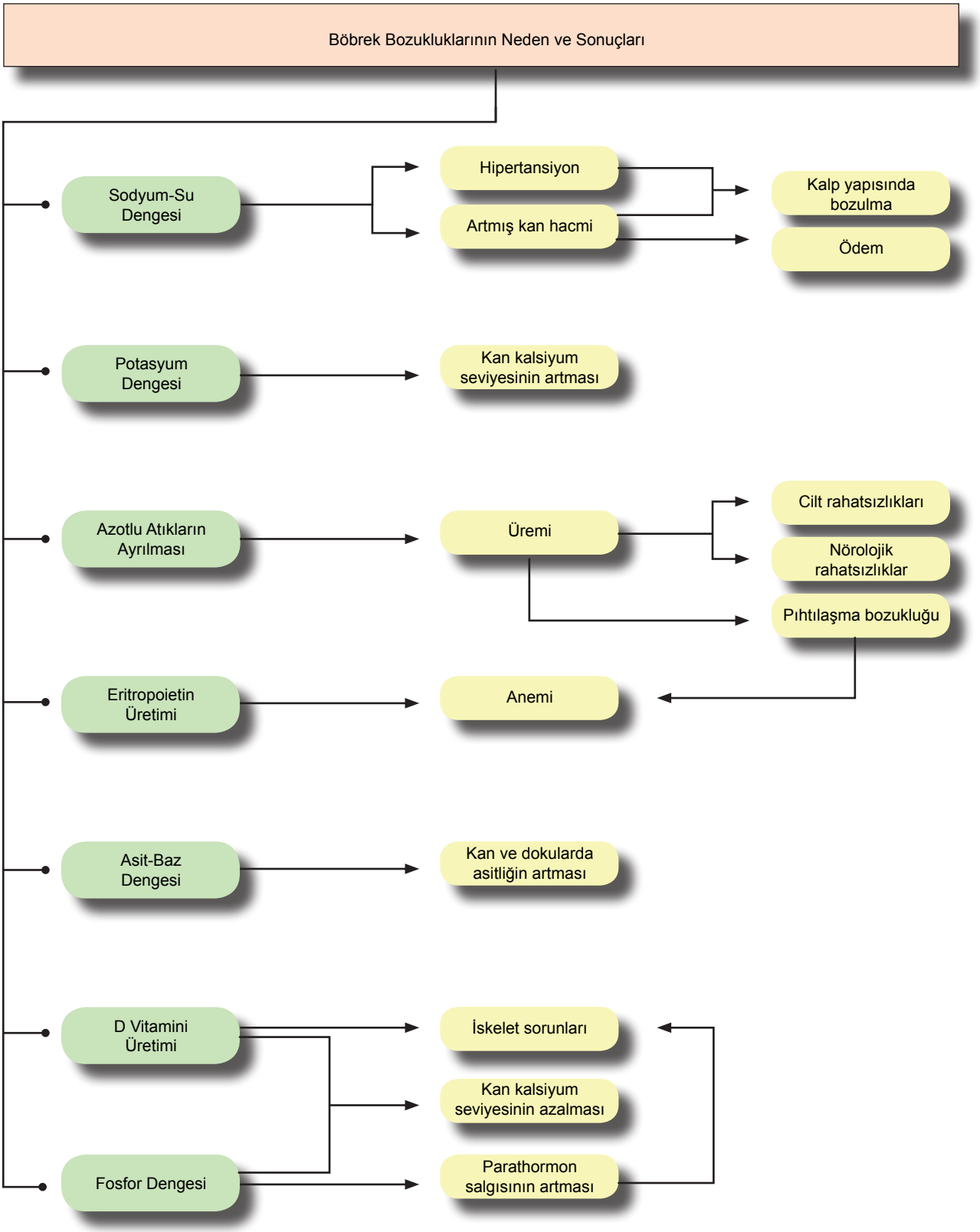
İş Birlikli Kavram Haritası 1


Kısa
Yassı
Uzun
Düzensiz
Kemikleri;
Sıkı
Süngerimsi
Tendonlarla bağlanır
Çizgili kas
Düz kas
Kalp kası
Kasları;
Elastik
Hiyalin
Fibröz
Kıkırdakları;
Destek ve Hareket Sistemi
Oynar
Yarı oynar
Oynamaz
Eklemleri;
İskeletin görevi;
Beyin, kalp akciğer gibi tüm iç organları korur.
Vücuda şekil verip kaslarla hareketi sağlar.
Kaslara bağlanma yüzeyi oluşturur.
Kan hücrelerini üretir.
Mineral ve glikojen depolar.
Tüm kemiklerde;
Periost, sert kemik, süngerimsi kemik, kırmızı ilik, kemik kanalları bulunur.
Uyarı: Sarı ilik, sadece uzun kemiklerde bulunur.
İskelet kaslarının kasılma mekanizması;
Sadece motor sinirlerle uyarıldığında kasılırlar.
Kas hücreleri eşik değerin altındaki uyarılara tepki vermezler. (Ya hep ya hiç prensibi)
Motor uç plaktan az miktarda salgılanan asetilkolin kas hücrelerinin zar potansiyelini değiştirir. Na+ iyonları hücre içine girer, sarkoplazmik retikulumdaki Ca++ iyonları sarkoplazmaya geçer. ATP hidroliz edilir, açığa çıkan enerji ile aktin ve miyozin iplikler birbiri üzerinde kayar ve kas kasılır.

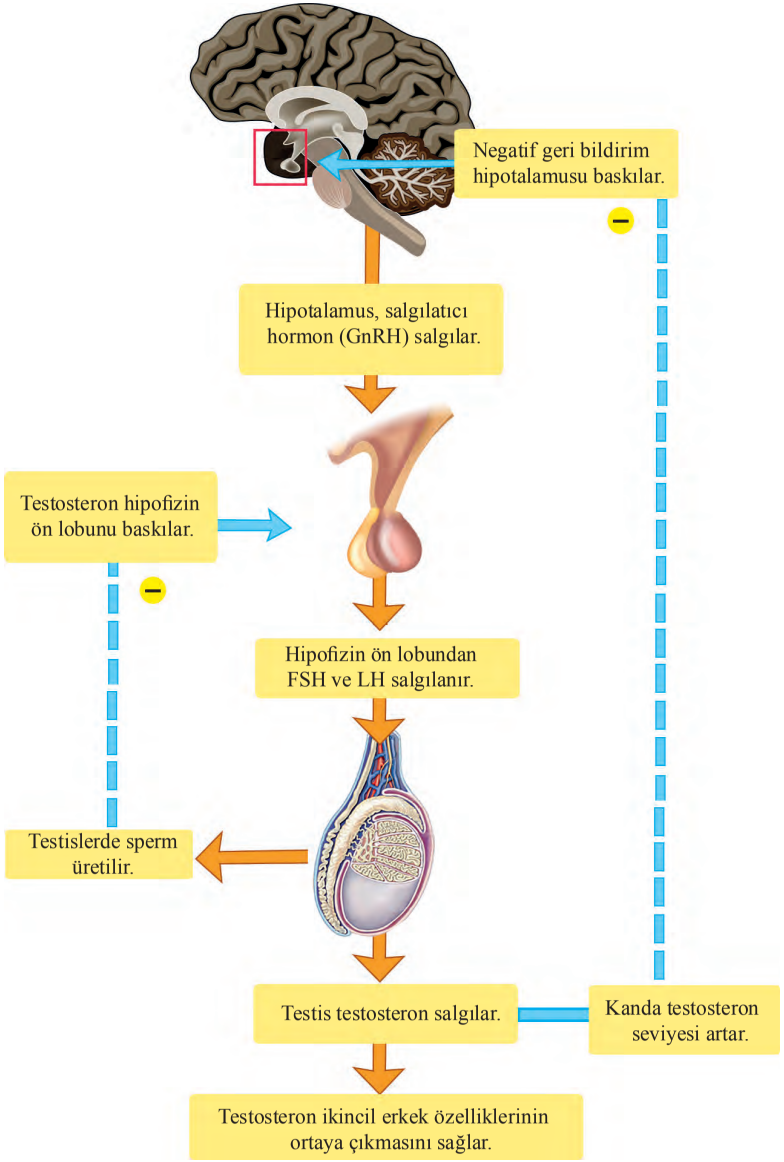
İş Birlikli Kavram Haritası 2

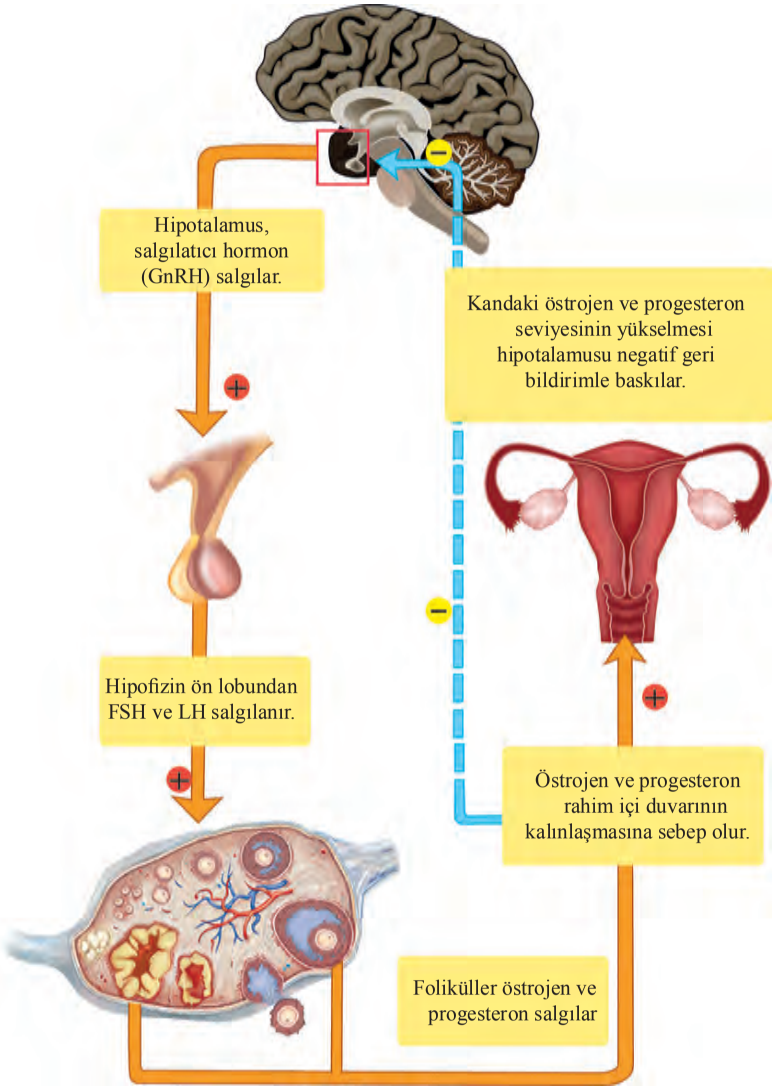


İş Birlikli Kavram Haritası 3



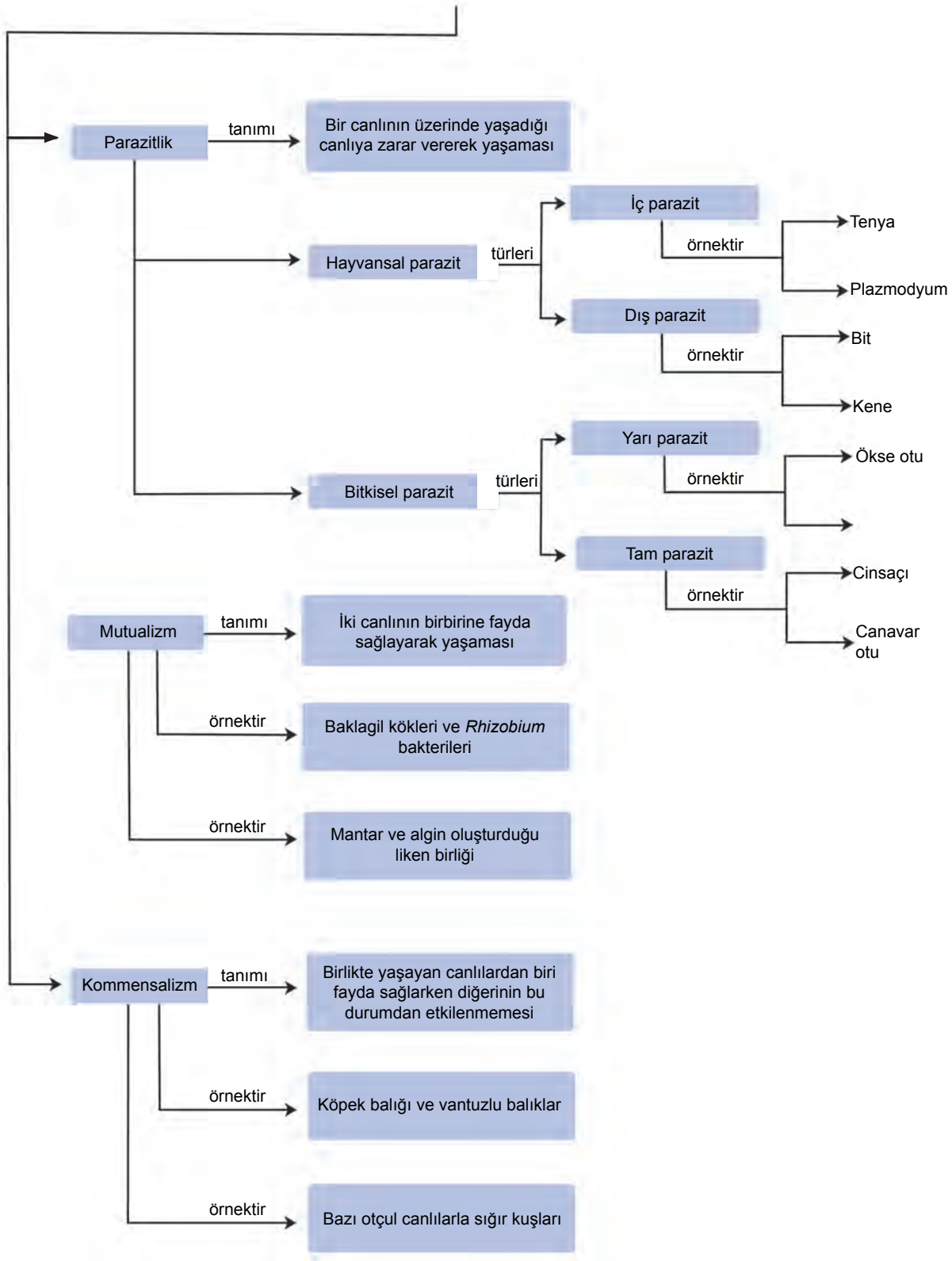
İş Birlikli Kavram Haritası 4


Negatif geri bildirim hipotalamusu baskılar.
Hipotalamus, salgılatıcı hormon (GnRH) salgılar.
Testosteron hipofizin ön lobunu baskılar.
Hipofizin ön lobundan FSH ve LH salgılanır.
Testislerde sperm üretilir.
Testis testosteron salgılar.
Kanda testosteron seviyesi artar.
Testosteron ikincil erkek özelliklerinin ortaya çıkmasını sağlar.


Hipotalamus, salgılatıcı hormon (GnRH) salgılar.
Kandaki östrojen ve progesteron seviyesinin yükselmesi hipotalamusu negatif geri bildirimle baskılar.
Hipofizin ön lobundan FSH ve LH salgılanır.
Östrojen ve progesteron rahim içi duvarının kalınlaşmasına sebep olur.
Foliküller östrojen ve progesteron salgılar

İş Birlikli Kavram Haritası 5

Komünitede Simbiyotik İlişkiler



A-B-C-Ç

adenozin trifosfat (ATP) : Hücrede kimyasal enerjinin saklandığı ve serbestlendiği bir organik molekül ve azotlu bir baz olan adenin, bir pentoz şeker olan riboz ve üç fosfat molekülünden oluşan bir nükleotit, ATP'yi oluşturur. Son iki fosfat molekülü yüksek enerjili çok kararsız olan fosfat bağlarıyla bağlıdır ve bu bağlar hücresel reaksiyonları yürütmek için enerji gerektiğinde hemen parçalanabilir. Adenozin trifosfatın hidrolizi sonucu açığa çıkan serbest enerji; ribozomlarda protein üretiminin yapılması, hücre zarındaki aktif taşıma ve kas kasılması gibi mekanik işlerde kullanılır.

aktif taşıma : Konsantrasyon farkına karşı küçük moleküllerin metabolik enerji kullanılarak zardan taşınması.

alg : Vücut yapıları gerçek kök, gövde ve yaprak olarak farklılaşmamış olan, iletim demetleri bulunmayan ve fotosentez yapan çoğu bir tek hücreli canlı.

alel : Her biri, bir karakterin farklı şekilde belirmesine sebep olan, homolog kromozomların aynı lokuslarında bulunan tek bir genin iki veya daha fazla sayıda olabilen alternatif şekilleri.

amilaz : Tükürük bezleri ve pankreastan salgılanan, üç veya daha fazla glikoz kalıntısı bulunan polisakkaritlerdeki glikozit bağlarının hidrolizini katalizleyerek 7-8 glikoz ünitelik parçalar, maltoz ve az miktarda glikoza kadar parçalayan hidrolaz sınıfından bir enzim. Tükürükteki amilaza pityalin adı verilir.

anabolizma : Hücre bileşenlerinin daha küçük öncül moleküllerinden enerji gerektiren yollarla daha büyük moleküllerinin biyosentezini içeren ara metabolizma yolu. Vücuda alınan maddelerden yeni maddeler sentezlenmesi. Bu maddeler hücrelerde yapı malzemesi olarak kullanılır.

ayrıştırıcılar : Ölü ya da organik besinlerin üzerinde yaşayan ve bunlarla beslenen canlı, çürükçül.

bakteri : Hücre zarının üzerinde bir hücre duvarına sahip olan, sitoplâzmalarında çıplak DNA'ları bulunan, küçük molekül ağırlıklı maddeleri kendilerine yarayan maddelere çevirmek üzere gerekli enzimlere sahip olan, suda, toprakta ya da bitki ve hayvanlar üzerinde parazit ya da ayrıştırıcı olarak yaşayan, birçok hastalıklara sebep olan, ikiye bölünerek eşeysiz veya birbirlerine genetik madde nakli yaparak üreyen, gerçek anlamda hücre çekirdekleri bulunmayan prokaryot mikroorganizmalardır. Gram boyasıyla boyanma özelliklerine göre Gram pozitif ya da Gram negatif bakteriler, oksijen ihtiyaçlarına göre aerob ya da anaerobik solunum yapan bakteriler, şekillerine göre yuvarlak şekilli koklar, çubuk şekilli basiller, virgül şeklinde vibriyolar, spiral şeklinde spirillumlar olarak adlandırılan, ancak mikroskopla görülebilecek büyüklükteki tek hücreli organizmalar. *Escherichia coli* vb.

D-E-F-G

dalga boyu : Bir dalganın eşit evreli ardışık noktaları arasındaki uzaklık.

dekstrin : Nişastanın kısmen sindirilmesi sonucu oluşan küçük zincirli çözünebilen polisakkarit.

dermis : Derinin epidermis tabakası altında bulunan, mezoderm kökenli kısmı.

difüzyon : Moleküllerin ya da iyonların yüksek konsantrasyonlu bir alandan düşük konsantrasyonlu alana geçişleri. Suyun difüzyonuna osmoz denir.

diseksiyon : Herhangi bir canlının iç yapısını incelemek üzere kesip açma olayı.

ekosistem : Doğadaki canlı ve cansız varlıkların karşılıklı etkileşim bağlarıyla oluşturdukları sistem.

embriyo : Yumurtanın döllenmesiyle başlayıp fetal döneme kadar devam eden gelişme aşamasındaki yavru.

endotel : Kalp, kan, lenf damarları ve vücuttaki diğer içi sıvı dolu boşlukları astarlayan, pinositozla taşıma yapan tek tabakalı yassı epitel, endotelyum.

enfeksiyon : Hastalık etkeni mikroorganizmanın vücuda girişi ve yayılışı, patojen mikroorganizmaların neden olduğu bulaşıcı veya bulaşıcı olmayan hastalık, infeksiyon.

eşeyli üreme : Eşey hücreleri meydana getirerek erkek ve dişi eşey hücrelerinin birleşmesi sonucu zigot oluşumuyla başlayan üreme biçimi.

fagositoz : Vücuda giren her türlü yabancı taneciklerin ve mikroorganizmaların fagositik hücreler tarafından yakalanma, bir koful içinde hücreye alınma ve sindirilerek yok edilme işlevi. Nötrofil ve makrofajlar kuvvetli fagositoz yeteneğine sahiptir.

fermantasyon : Glikoz gibi bazı şekerlerin mayayla karıştırılarak anaerobik ortamda yıkımıyla laktik asit, etil alkol veya bazı diğer besin ürünlerine dönüşümü, fermantasyon.

geri bildirim (besleme) : Birçok biyolojik ve biyokimyasal olayda, olayın sonucunun ya da ürününün, reaksiyonun ilerlemesine ya da engellenmesine yol açan belli bir seviyeye ulaşması.

H-I-İ-J

heterotrof : Kendi besinini üretemediği için, gerekli organik maddeleri dışardan almak zorunda olan organizma.

hidroliz : Organik bileşiklerin su ile tepkimeye girerek parçalanmaları.Hidrolizle, nişastadan glikoz, sakkarozdan glikoz ve fruktoz, yağlardan yağ asitleri ve gliserol meydana gelir.

hipertonik : 1. Ozmotik basıncı, hücrenin ozmotik basıncından yüksek olan. 2. Vücut sıvılarının ozmotik basıncına oranla daha yüksek ozmotik basınca sahip olan.

hücre : Genellikle gözle görülemeyecek kadar küçük, yarı geçirgen bir zar ile çevrili sitoplâzma kitlesinden oluşan, sitoplâzma içinde çeşitli hayatî olayları yürüten çekirdek, endoplâzmik retikulum, mitokondri, sentriol, lizozom, ribozom, gibi organeller ile mikrofilâmentler, mikrotüpçükler vb. yapılar bulunan, genetik materyali ya bir zar ile çevrili (ökaryot) ya da sitoplâzma içinde zarsız olarak yer alan (prokaryot) bir organizmanın yapı ve görev bakımından en küçük birliği.

içgüdü : Organizmayı o türe özgü olan bir amaca sürükleyen hareket eğilimi. Davranışın kalıtsal etkenlerle doğal olarak ortaya çıkış şekli. Örneğin bebeğin emme refleksi.

jeoloji : Dünyanın fiziksel yapısı, faaliyeti ve tarihi ile uğraşan bilim dalı.

jeomorfoloji : Yüzey bilimi.

K-L-M-N

kanyon : Bir akarsuyun kalkerli bir alanda oyarak oluşturduğu, bir kıvrımı keserek iki yandaki çukurlukları birleştiren, dar ve boğaz biçimindeki vadi, dar boğaz.

lamel : Preparat hazırlanması ve preparatların üzerlerinin kapanması için kullanılan belirli ölçütlere sahip ince cam malzeme.

larva : 1. Ergin karakterlerini kazanmadan önceki genç hayvan. 2. Tüm başkalaşım gösteren böceklerde yumurtadan çıkan ve pupa evresine girmemiş olan kanatsız, genel olarak kurt biçimindeki evre. Tırtıl, kurtçuk.

mantar : Mikroskobik ya da makroskobik olan parazit, ayrıştırıcı ya da simbiyoz olarak yaşayan, klorofilsiz, diğer canlılar için zehirli ya da zehirsiz olan canlı yapı.

mayoz bölünme : Diploit canlının eşey ana hücrelerinde kromozom sayılarının yarıya indirildiği, birinci ve ikinci olgunluk bölünmesi. Olgunlaşma bölünmesi de denilen bu bölünmeyle her tür için belirli sayıdaki kromozom sayıları korunmuş olur. Ard arda gelen iki bölünmeden oluşur.

metabolizma : Canlılarda enerji üretimi ve madde yapımını gerçekleştirmek için organizmanın hücreleri içinde meydana gelen ve enzimlerle kontrol edilen yapım ve yıkım nitelikteki kimyasal olayların tamamı.

metamorfoz : Dokunun normal yapısını kaybetmesi, başkalaşma.

mitoz : Ökaryotik hücrelerin tipik çekirdek bölünmesi, kopyalanarak sayısı iki katına çıkmış olan kromozomların profaz, metafaz, anafaz ve telofaz evrelerini geçirdikten sonra bölünerek iki oğul hücreye ayrılmaları, mitotik bölünme.

monosakkarit : Genel formülü $(CH_2O)n$ olan en basit karbohidrat. n adeti 3 olursa trioz, 5 olursa pentoz, 6 olursa hekzoz olur.

O-Ö-P-R

organik madde : Doğal olarak bulunmayıp organizmada metabolizma sırasında meydana gelen maddeler.

ototrof : İnorganik bileşiklerin bulunduğu ortamlarda karbondioksiti karbon kaynağı olarak kullanabilen böylece organik bileşikler üretebilen canlı, üretici.

ökaryot : Bitki, hayvan, mantar ve protozoon gibi çekirdeği etrafında zar bulunan, kromozomlar ve hücre içi organellerden meydana gelmiş bir hücreli veya çok hücreli bir organizma.

parametre : Özel bir durum için tanımlanmış değişebilir bir nicelik, basınç gibi

pasif taşıma : Küçük, yüksüz moleküllerin difüzyonu (basit difüzyon) ya da iyonların ve diğer yüklü moleküllerin protein aracılığı ile taşınması (kolaylaştırılmış difüzyon). Bu taşıma zarlarda yoğunluk ve elektrokimyasal farklılıkların belirlediği yönde gerçekleşir ve enerji gerektirmez.

patojen : Hastalık yapan herhangi bir mikroorganizma.

polarizasyon : Uyarılabilir hücre zarında değişebilen elektriksel potansiyel farkının varlığı.

polimer : Çok sayıda monomer birimin veya yapı taşlarının bir araya gelmesiyle oluşan molekül.

polipeptit : Proteinlerin birincil yapısını oluşturan peptit bağlarıyla bağlanmış çok fazla sayıda amino asidin oluşturduğu bir polimer.

polisakkarit : Çok sayıda monosakkarit molekülünün birleşmesinden oluşan nişasta, glikojen, selüloz gibi kompleks yapıdaki organik bileşik.

protista : Hepsi ökaryot olan, bazısı basit tek hücreli, koloniler yapabilen, çok hücreli olanlardan bazıları hayvan ya da bitki âlemlerine yerleştirilemeyen modern sınıflandırmanın ikinci âlemi.

reseptör : 1. Çeşitli uyarıları alabilen ve duyu organlarının yapısında bulunan özelleşmiş hücre, hücre grupları veya sinir uçları. 2. Hücre içine veya üzerinde hormon, ilaç, virüs vb.nin özel olarak bağlandığı ve bazı durumlarda özel bir hücre cevabının verilmesine yol açan veya bunların hücreye girmesini sağlayan, protein, glikoprotein veya oligosakkaritlerden oluşan yer veya yapı.

S-Ş-T-U

steroit : Bitki ve hayvanlarda bulunan üçü altılı, biri beşli olmak üzere dört hidrokarbon halkası içeren sterollerin, safra asitlerinin ve hormonların yapısına giren bir lipit grubu. Erkek ve dişi eşey hormonları, safra asitleri, D vitamini bu gruptandır.

tüketiciler : Ototrof (üretici) organizmaların ürettiği besin kaynaklarını tüketen heterotrof organizmalar. Organik besin ihtiyacını dışarıdan alarak beslenen canlı.

Ü-V-Y-Z

villus : 1. İnce bağırsağın iç yüzeyinde bulunan ve sindirilmiş besinin emilmesini sağlayan, besinin emilme yüzeyini genişleten çıkıntılardır. 2. Koryon üzerinde besinin embriyoya geçtiği çıkıntılar.

virüs : Sadece canlı hücrelerde yaşayan, metabolizmaları bulunmayan, makromoleküller oluşturmayan, büyümeyen, birçok hastalığa yol açan, ancak elektron mikroskobunda belirlenebilecek kadar küçük olan, protein ve nükleik asitlerden (DNA veya RNA) oluşan enfeksiyon yapıcı madde.Taşıdığı nükleik asitlere göre adlandırılabilir: DNA virüsleri, RNA virüsleri. Enfekte ettiği canlıya göre adlandırılabilir: Bitki virüsleri, hayvan virüsleri, insan virüsleri.

Dizin

A-a
A bandı, 86
A vitamini, 57, 59, 82, 109
addison hastalığı (tunç hastalığı), 39, 47
adrenalin (epinefrin), 37, 46, 47, 85, 86, 110, 132, 165, 201
adrenokortikotropik hormon (ACTH), 36, 41, 42, 46
aglütinasyon, 146
akromegali, 41
akrozom, 225, 226
aksiyon potansiyeli, 25-27, 79, 81-83, 85, 87, 89
akson, 23-27, 30, 32, 33, 36, 58, 65, 66, 68
aktif bağışıklık, 163
aktif taşıma, 44, 101, 199-203
aktin, 23, 84, 85, 86, 87, 89, 92, 93
akut dağ hastalığı, 184
akut kalp yetmezliği, 143
akyuvar , 51, 77, 80, 101, 141-144, 150, 151, 161, 172, 177, 201
aldosteron, 39, 45, 46, 47, 200, 202, 204, 205
alerji, 47, 61, 66, 144, 165, 177, 263
alyuvar, 79, 108, 109, 135, 141, 142, 143, 144, 146,150, 160, 183, 184, 185, 196, 205, 232
alzheimer, 51
amfizem, 186, 187
amniyosentez, 232, 233
androjen, 46, 47, 49, 205, 216, 223, 224
antibiyotik, 61, 63, 100, 117, 118, 144, 158, 165, 187
antidiüretik hormon (ADH), 40, 42, 43, 85, 199, 198, 202, 204, 205
antijen, 138, 140, 144, 146, 153, 159, 160, 162, 163, 164, 165, 232
antikor, 44, 68, 141, 144, 146, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 229, 232
aquaporin, 199
asetilkolin, 27, 51, 85, 86, 105, 132,
astım, 47, 153, 165, 186
astigmatizm, 59
av-avcı ilişkisi, 259, 261, 262

B-b
B lenfosit, 79, 142, 144, 159, 161, 162, 163
bağışıklık belleği, 163
baskılanmış bağışıklık, 165
baskın tür, 258, 265
bazal metabolizma, 43, 44, 174
bel soğukluğu (gonore), 235
bellek, 19, 30, 51, 161, 162
beyin ölümü, 31, 194, 206
beyin sapı, 31, 32, 108, 231
bilirübin, 108, 109, 142, 205
boğulma, 103, 109, 174, 184
Bohr etkisi, 183
böbrek nakli, 194, 195, 206
böbrek taşları, 45, 207
bulboüretral bez (cowper bezi), 223, 224
büyüme hormonu (somatotropin hormon), 41, 42, 82

C-c
C vitamini, 82, 115, 204, 224, 232
corpus callosum, 29, 32
cücelik (Dwarfizm), 41

Ç-ç
çevre direnci, 275
çökelme, 146, 161, 201

D-d
D vitamini, 44, 82, 91, 202, 205, 232
damar sertliği (ateroskleroz), 52, 128, 133, 153
demografik geçiş, 278
depolarizasyon, 26, 86, 87, 131
devleşme (gigantizm), 41
dış gebelik, 218
dinamik denge, 62
dinlenme potansiyeli, 25, 26
diseksiyon, 38, 54, 129, 182, 208
diyabet (diyabetes mellitus), 39, 48, 49, 126, 165, 194, 195, 204, 216
diyaliz, 194, 195, 206, 207
doku transplantasyonu, 234
donör, 149
dopamin, 27, 39, 51, 52

E-e
ekolojik niş, 259, 260
ekolojik tolerans, 258
ekoton, 258
embriyonik zarlar, 228
ektoderm, 21, 228, 229
ekzokrin bez, 40, 47, 110, 177
elastik kıkırdak, 60, 82
elastik lif, 22, 82, 133
elektrokardiyogram, 131
elektromiyogram, 74, 83
emboli, 153
embriyonik indüksiyon, 229
endoderm, 21, 228, 229
endokrin bez, 40, 41, 43, 49, 104, 110, 197
endolenf sıvısı, 61, 62, 63
epifiz bezi, 32, 40, 41, 49
epilepsi (sara), 27, 51, 52, 54
epitel doku, 21, 22, 66, 67, 103, 104, 128, 134, 175, 176, 177
eritropoietin, 142, 184, 205

F-f
Fagositoz, 22, 144, 160, 161, 177
Faranjit, 176
fetal evre, 230
fibröz, 22, 81, 83, 186
fil hastalığı, 152
folikül uyarıcı hormon (FSH), 41, 42, 49, 219, 220, 221, 222, 224, 225
fotoreseptör, 56, 57, 58
frengi(sifiliz), 235

G-g
gastrit, 117
gastrula, 21, 228, 229
gaz değişimi, 137, 177, 178, 180

gece körlüğü, 57
genital siğil, 235
geri emilim, 20, 42, 43, 44, 106, 108, 197, 199, 200, 201, 202, 203
geri yaylanma basıncı, 179
gevşeme periyodu, 87
glokom (göz tansiyonu), 59
glomerulus, 197, 198, 200, 201
glutamat, 27, 66
goblet hücreleri, 65, 104, 176
göbek kordonu, 148, 228, 229, 230, 231
göz uyumu, 58
guatr, 44
gut, 207

H-h

H bandı, 86
habitat, 259, 260, 273
hafıza hücreleri, 160, 162
hemoglobin, 142, 143, 183, 184, 185
hemoroit, 118
heparin, 22, 109, 144
hepatit, 117, 118, 160, 164, 231, 235
hertz, 60, 64
HIV/AIDS, 165, 216, 241, 277
hipermetrop, 59
hiperpolarizasyon, 47
hipertansiyon, 126, 153, 154, 194, 195, 206
hipertiroidizm, 44, 174
hipofiz bezi, 32, 40, 41, 42, 43, 46, 49, 200, 202, 217, 220, 221, 225
hipotalamus, 28, 29, 31, 32, 40, 41, 42, 43, 46, 49, 131, 219, 220, 221, 225
hipotiroidizm, 44, 174
histamin, 22, 27, 144, 160, 165
homeostazi, 20, 40, 45, 139, 153, 175, 181, 196, 201, 202, 204, 205
hücre içi sindirim, 101, 159, 160
hücresel bağışıklık, 144, 159, 162, 163, 166
hücresel solunum, 137, 138, 175, 183

I-ı

I bandı, 86
ısı ayarlanması, 68

İ-i

İbn Nefs, 137
İbn Heysem, 59
İbn Sina, 70
iç kulak, 33, 60, 61, 62, 63
impuls, 24, 25, 26, 27, 29, 34, 36, 47, 52, 56, 57, 60, 62, 63, 65, 66, 130, 131, 178
interferon, 159, 160, 164
istilacı tür, 260

J-j

J tipi büyüme eğrisi, 274

K-k

Korteks, 29, 31, 42, 45, 46, 55, 196, 197, 201,203
kalp döngüsü, 131
kalp üfürümü, 132
kalsitonin, 43, 44, 45, 81
kangren, 154
kardiyovasküler sistem, 86, 127, 136, 149
karma bez, 40, 109, 217
kas doku, 21, 23, 74, 77, 84, 88, 92, 103
kasılma periyodu, 87
kaynak paylaşımı, 260
kemoreseptör, 56, 65, 66
kilit taşı tür, 261
kimüs, 104, 106, 110, 111
kistik fibröz, 186, 187
KOAH, 186
kolajen lif, 22, 78, 82
konak, 162, 166, 262, 263
korpus luteum, 42, 220, 221, 222, 229
kortizol, 45, 46, 47, 110
kök hücre, 79, 80, 142, 148, 149, 160, 227, 229
kreatin, 89, 90, 135, 200, 205
kreatinin, 201, 204, 205
kretenizm, 44
kümeli dağılım, 276

L-l

lenf, 22, 78, 107, 116, 142, 143, 144, 148, 149-153
lenfoma, 126, 148, 229
limbik sistem, 30, 31, 32, 51, 55
lösemi, 126, 148, 229
lüteinleştirici hormon (LH), 41, 42, 49, 220, 221, 222, 225
lüteotropik hormon (LTH), Prolaktin (PRL), 41, 221

M-m

makrofaj, 22, 76, 142, 144, 159, 160, 178, 187
mast hücreleri, 22, 160, 165
mekanoreseptör, 56, 62, 67, 68
menenjit, 28, 53
menisküs, 92
menstrual döngü, 220, 222
menstrüasyon evresi, 222
mezoderm, 21, 229
mikrovillus, 106, 107, 199
mimikri, 261
motor nöron, 27, 29, 34, 35, 36, 86
motor plak, 86, 87
MS, 51, 63
mukoza, 66, 103, 104, 105, 117, 143, 176
mutualizm, 262, 263, 264

N-n

nabız, 132
negatif geri bildirim sistemi (negatif feed back), 43, 44, 46, 220, 222, 225
noradrenalin (norepinefrin), 27, 39, 46, 47, 85, 86, 132
nörohormon, 27

O-o

odyometre, 64
oksitosin, 40, 42, 43, 221, 231
omurilik, 23, 24, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 51, 180, 204, 229, 231
oogenez, 42, 217, 218, 219
optik kiyazma, 58

orta kulak iltihabı, 61, 63
ozmoz, 199, 201, 202, 203
osteoartrit, 91
osteoporoz, 91
otoimmün bozukluk/ hastalık, 44, 49, 51, 63, 68, 91, 165

Ö-ö

ödem, 53, 61, 136, 152, 154, 177, 181, 184, 187, 206
östrojen, 42, 47, 49, 91, 218, 220, 221, 222, 229
özgül bağışıklık, 153, 159, 161

P-p

parathormon, 44, 45, 81
parazitlik, 262, 263
parkinson, 51
pasif taşıma, 115, 201, 203
plasenta, 53, 218, 221, 228, 229, 230, 231, 232, 234, 235
plazma hücreleri, 22, 144, 161, 162, 165
polikistik over sendromu, 216
prematüre, 231
presbitlik, 59
progesteron, 42, 47, 49, 218, 220, 221, 222, 229
protrombin, 145

R-r

rahim ağzı kanseri, 164, 216, 235
refleks, 31, 32, 33, 34, 35, 53, 63, 66, 83, 103, 175, 177, 231, 259, 260, 261
reflü, 117, 176
rekabet, 258
renk körlüğü, 57
reseptör (almaç), 23, 26, 27, 29, 35, 36, 40, 44, 49, 56, 57, 58, 59, 62, 65, 66, 67, 68, 161, 162, 165, 199, 226
romatoid artrit, 91

S-s

S tipi büyüme eğrisi, 274
salgılatıcı hormon (RF), 40, 42, 43, 46, 225
sarı bölge, 65
sarı kemik iliği, 79, 80, 144
sarı nokta, 56, 58
savaş-kaç tepkisi, 32, 35, 47
serotonin, 27, 39
seröz, 177
serum, 141, 146, 164, 165
sfinkter, 103
sıvı basıncı, 59, 132, 136, 179, 201
simbiyoz, 262
sinaps, 26, 27, 66
sinaptik yorulma, 27, 52, 90
sinüs, 65, 66
soluk hacmi, 181
spermatogenez, 42, 217, 223, 224, 225
statik denge, 62
süksesyon, 265
sürfaktan, 177, 178
süzülme, 134, 197, 198, 200, 201

Ş-ş

şeker hastalığı, 43, 48, 49, 90, 199, 204
şilomikron, 115, 116, 151

T-t

T lenfosit, 49, 77, 140, 142, 157, 159, 160
T lenfosit, 49, 79, 142, 144, 159, 161, 162
taşikardi, 130
tat körlüğü, 67
tekdüze dağılım, 276
tendon, 22, 83, 85
termoreseptör, 56, 67, 68
termostat, 32
tetani (fizyolojik tetanus), 25, 45, 88
timozin, 49
tiroksin, 42, 43, 44, 132, 201
troponin, 86, 87
tümör, 54, 148, 160
tüp bebek, 216, 233, 234

U-u

uç beyin, 28, 29, 30, 31, 32, 131
ultrasonografik takip, 232
uyku apnesi, 181, 216

Ü-ü

ülser, 105, 117, 144
üremi, 207

V-v

vagus siniri, 35, 105, 132
varis, 154
vektör, 263
verem, 186, 188
virüs, 66, 117, 141, 144, 151, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 177, 187, 216, 235, 272
vitiligo, 108
vurgun, 184

Y-y

ya hep ya hiç kuralı, 25, 86
yangısal tepki, 159, 160
yaş piramidi, 278

Z-z

zatürre, 186, 187
zona pellusida, 226

Kaynakça

Kitaplar

- Akay, M. T. (2007). *Genel Histoloji Atlası*. (14. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Akay, M. T.(2008). *Genel Histoloji*. (7. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Barrett, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. (2015). *Ganong' un Tıbbi Fizyolojisi*. (H. Gökbel, Çev. ed.) İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Barutçu, G., Barutçu, T. (2008). *Mikrobiyoloji ve Bağışıklama*. Ankara: Barutçu Yayıncılık.
- Demirsoy, A. (2007). *Yaşamın Temel Kuralları*. (15. Baskı). Ankara: Meteksan A.Ş.
- Elçin, A. E., Erkoç, F., Atik, A. D., Selvi, M., Sarıkaya, R., & Öztekin, M. (2010). *Biyoloji Laboratuvarının Temelleri*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Elçin, A. E., Erkoç, F., Atik, A. D., Selvi, M., Sarıkaya, R., & Öztekin, M. (2010). *Moleküldan Hücreye, Dokudan Fizyolojiye Biyoloji Deneyleri*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Gökbayır, K. (1989). *Mikrobiyoloji ve Bağışıklama*. (4. Baskı). Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Güler, N. (2007). *İğneada Longoz Ormanları Bitkileri Resimli Tanıma Kılavuzu*. İstanbul: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi.
- Hall, J. E. (2017). *Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji*. (13. Baskı). (B. Çağlayan Yeğen, Çev. ed.) Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Karol, S., Suludere, Z., Ayvalı, C. (1998). *Biyoloji Terimleri Sözlüğü*. Ankara: Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları: 699.
- Montgomery, R., Conway, T. W., Spector, A. A., & Chappell, D. (2000). *Biyokimya*. (6. Baskı). (N. Altan, Çev. ed.) Ankara: Palme Yayıncılık.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2013). *Campbell Biyoloji*. (9. Baskı). (E. Gündüz, & İ. Türkan, Çev. ed.) Ankara: Palme Yayıncılık.
- Roberts, H., Eisenhour, K., & I'Anson, L. (2016). *Zooloji Entegre Prensipler*. (16. Baskı). (E. Gündüz, Çev. ed.) Ankara: Palme Yayıncılık.
- Sarıbaş, M., Sözen, M., Özkazanç, O., Uyar, G., & Kaplan, A. (2008). *Zonguldak İli Biyoçeşitliliği* (1. Baskı). Zonguldak: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Zonguldak İl Müdürlüğü Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü.

İnternet Kaynakları

- AD/BD/Birim(ler): Spor Hekimliği Anabilim Dalı. (2007). Sporda Menisküs Yırtığı. http://sakur.uludag.edu.tr/dosya/FR-HYE-04-321-04.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 29.09.2017
- Akkoçlu, A. Akciğer Kanserleri. http://file.toraks.org.tr/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/mesleki-kurslar-2-ppt-pdf/Atilla_Akkoclu.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 24.01.2018
- Aktaş, A. Kulak Histolojisi. http://www.dicle.edu.tr/Contents/fc9afe5c-4829-4053-84a6-82ec03118b01.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 12.09.2017
- Antibiyotik Direnci. http://www.akilciilac.gov.tr/?page_id=826 adresinden elde edildi. Erişim Tarihi:13.10.2017 atam.gov.tr, erişim tarihi:26.12.2017
- Beşiroğlu, L. Bellek (Hafıza). http://tip.ikc.edu.tr/files/31/pdfler/ders%20materyelleri/bellek%20hafza.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 25.09.2017
- Bilim Akademisinin Aşılama ile İlgili Görüşü. (2015). https://bilimakademisi.org/wp-content/uploads/2015/07/BilimAkademisiAsiDuyurusu2015.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 12.10.2017
- Ceylan, İ. (2016). Lenf Sistemi ve Hastalıkları. http://www.turkcer.org.tr/files/publications/84/36fd19e6166e2fcef-5597b878fdb6744.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 12.10.2017
- Erik, H. E., Karaboğa, M., Şanver, T. M., Aslan, D. (2016). 16 Kasım KOAH Günü. http://www.halksagligi.hacettepe.edu.tr/duyurular/halkayonelik/koah.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 15.10.2017
- Gastrit Nedir? http://pedgastro.org/icerik/hasta-bilgilendirme/gastrit-nedir.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 05.10.2017
- Gemicioğlu, B. (2001). Alerji Tanımı ve İmmünopatogenezi. http://www.ctf.edu.tr/stek/pdfs/24/2401BG.pdf adresinden elde edilmiştir. Erişim Tarihi: 10.10.2017
- Gölalp Özkorkmaz , E. (2008). Mast Hücresi. AKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 02, 87-101. http://fenbildergi.aku.edu.tr/pdf/0802/8-2(83-92).pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 10.10.2017
- Karatepe, P., Yalçın, H. (2014). Kefirli Sağlık. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4 (2), 23-30. http://dergipark.gov.tr/download/article-file/89230 adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 02.10.2017
- Kısaltmalar dizini .http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_content&id=198:Kisaltmalar-Dizini&catid=50:-yazm-kurallar adresinden elde edildi. Erişim tarihi: 25.12.2017
- Koç, İ., Eryurt, M. A., Adalı T., Seçkiner P. (2008). Türkiye'nin Demografik Dönüşümü / Doğurganlık, Aile Planlaması, Anne-Çocuk Sağlığı ve Beş Yaş Altı Ölümlerdeki Değişimler: 1968-2008. Erişim Tarihi: 15.11.2017
- Koç Türkoğlu, F. (2008). Pediatri Kliniğine Başvuran Annelerin Çocuklarda Antibiyotik Kullanımı Konusundaki Bilgi ve Tutumlarının Araştırılması. http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/tez/pdf/aile_hekimligi/dr_funda_koc_turkoglu.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 08.11.2017
- mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=363

- Önder, A. (2013). Anal Bölgenin Beign Hastalıkları. http://www.dicle.edu.tr/Contents/34d50a4c-1326-4ba4-ad44-fc5184da899e.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 26.11.2017
- Özbilen, A. (2007). Vitiligoda Otoimmünite. http://library.cu.edu.tr/tezler/6557.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 19.09.2017
- Özdemir, K., Ungan M. Aşılar. http://ailehekimi.medicine.ankara.edu.tr/files/2015/02/A%C5%9F%C4%B1lar.pdf adresinden elde edilmiştir. Erişim Tarihi: 05.11.2017
- Paksoy, İ. Ö. Genital HPV Enfeksiyonu. http://srm.metu.edu.tr/sites/srm.metu.edu.tr/files/genital_hpv_enfeksiyonu_brosur.pdf adresinden elde edilmiştir. Erişim Tarihi: 24.11.2017
- Sabancı, P. A., Karasu, A., Karadereler, S., Barlas, O. (2008). Beyin Ölümü Tanısı. Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi, 1 (2), 81-85. http://www.journalagent.com/sscd/pdfs/SSCD_1_2_81_85.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 16.11.2017
- Savaş Göker, F. (2006). Çocuk Polikliniğimize Müracaat Eden 3-36 Ay Çocuklarda Nutrisyonel Rikets Sıklığı ve Bulguların Yorumu. http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/tez/pdf/aile_hekimligi/dr_filiz_savas_goker.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 01.12.2017
- Seyhun, Ö. K. (2006). Avrupa Birliği'ndeki Demografik Dönüşümün Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne Üyeliği Çerçevesinde İş gücü Piyasalarına Yansıması. Erişim Tarihi: 01.12.2017
- Şahin, B. (2005). Göbek Kordonu Bakımında Kullanılan Anne Sütü, Kuru Tutma, Povidone- İyod ve Octenidine Hidrocloride Yöntemlerinin Karşılaştırması. http://acikerisim.aku.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11630/3939/B%C4%B0NNAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y adresinden elde edildi. Erişim Tarihi:05.12.2017
- Şahin, S. (2016). Değişen Dünya Nüfus Yapısının Görsel Materyallerle İfadesi: Nüfus Piramitlerini Yeniden Düşünmek. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu 13-14 Ekim 2016, Ankara. Erişim Tarihi: 01.12.2017
- Tatlı, B., Ekici, B. (2010). Çocuklarda Beyin Ölümü. http://dergipark.gov.tr/download/article-file/140878 adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 19.12.2017
- turkdermatoloji.org.tr/public/media/hasta_bilgilendirme/vitiligo.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi:19.09.2017
- Türk Dermatoloji Derneği Hasta Bilgilendirme Broşürü, Vitiligo. http://turkdermatoloji.org.tr/public/media/hasta_bilgilendirme/vitiligo.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi:19.09.2017
- Türk Toraks Derneği Astım Tanı ve Tedavi Rehberi 2016 Güncellemesi. http://www.toraks.org.tr/uploadFiles/book/file/1082017TTD-Astim-Tani-ve-Tedavi-Rehberi-2016.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 29.09.2017
- Türk Toraks Derneği Eğitim Kitapları Serisi. (2015). Tüberküloz. http://www.toraks.org.tr/uploadFiles/book/file/2422011195156-16_tuberkuloz.pdf adresinden elde edilmiştir. Erişim Tarihi: 30.09.2017
- Türk Dermatoloji Derneği Hasta Bilgilendirme Broşürü. Sifiliz. http://turkdermatoloji.org.tr/public/media/hasta_bilgilendirme/sifiliz.pdf adresinden elde edilmiştir. Erişim Tarihi: 03. 12. 2017
- Ulusoy, M., Acar, M., & Zararsız, İ. (2014). Lenfatik Sistem ve Klinik Önemi. Kocatepe Tıp Dergisi, 15 (3), 365-70. http://www.kocatepetipdergisi.aku.edu.tr/PDF/Eylul%202014/28.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 10.10.2017
- Yamantürk Çelik, P., Büget, B. (2007). Geçmişten Günümüze Antibiyotikler: Genel Bir Bakış. http://www.ankemdernegi.org.tr/?dp=sizdengelenler&yaziID=66 adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 13.10.2017
- Yüksekdağ, Z. N., Beyatlı, Y. (2003). Kefir Mikroflorası ile Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik, Antimikrobiyal ve Genetik Özellikleri. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 1 (2), 49-69. http://eskisite.mikrobiyoloji.org/pdfler/702030203.pdf adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 02.10.2017
- docs.neu.edu.tr/staff/asli.aykac/kas_89.pdf Erişim Tarihi: 31.10.2017
- http://80.251.40.59/sports.ankara.edu.tr/koz/ana-fiz/dolasim.fizyoloji.pdf Erişim Tarihi: 19.10.2017
- http://acikerisim.aku.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11630/3939/B%C4%B0NNAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y adresinden elde edildi. Erişim Tarihi: 25.12.2017
- http://blog.milliyet.com.tr/yuzyilin-beyin-cerrahi--beynin-efendisi-mahmut-gazi-yasargil/Blog/?BlogNo=384340 Erişim Tarihi: 15.09.2017
- http://cms.galenos.com.tr/Fileıssue/15/717/article/32-38.pdf Erişim Tarihi:05.09.2017
- http://dent.ege.edu.tr/yayinlarimiz/bitirme_tezleri/pdf/752.pdf Erişim Tarihi:29.10.2017
- http://dosyamerkez.saglik.gov.tr/Eklenti/2635,laboratuvartestleripdf.pdf?0 Erişim Tarihi: 30.10.2017
- http://e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/eczaciodasiyayinlari/ila_habr-oca04/9.pdf Erişim Tarihi:19.10.2017
- http://edirne.meb.gov.tr/www/ilimiz-ogrencileri-amerikada-duzenlenen-first-robotic-competition-yarismasindan-odulle-dondu/icerik/2137 Erişim Tarihi: 10.02.2018
- http://web.itu.edu.tr/gulmezt/BIO102/bio102chapt09-TR.pdf Erişim Tarihi:19.09.2017
- http://www.atam.gov.tr/ataturkun-soylev-ve-demecleri/ogretmenlere Erişim Tarihi: 10.02.2018
- http://www.biyografi.info/kisi/gazi-yasargil Erişim Tarihi: 09.09.2017
- http://www.dicle.edu.tr/Contents/dbbb0e3c-7df8-41a0-88c2-12c685215438.pdf Erişim Tarihi: 30.10.2017
- http://www.exploratorium.edu/memory/braindissection/index.html Erişim Tarihi: 05.09.2017
- http://www.gvntip.com/panel/r_dosya/kreatinin.pdf Erişim Tarihi: 24.11.2017
- http://www.islamansiklopedisi.info/dia/pdf/c21/c210069.pdf, sayfa 84 Erişim Tarihi: 22.01.2018
- http://www.jcam.com.trfilesJCAM-3906.pdf Erişim Tarihi: 30.10.2017
- http://www.kacuv.org/wp-content/uploads/2015/05/CocuklukCag%C4%B1Kanseri1.pdf Erişim Tarihi: 19.10.2017
- http://www.kanserhastanesi.com.tr/kanser-tedavisi/ Erişim Tarihi: 19.10.2017
- http://www.kanver.org/sayfa/kan-hizmetleri/kok-hucre-bagisi/53 Erişim Tarihi:19.10.2017

- http://www.kizilay.org.tr/ Erişim Tarihi:19.10.2017
- http://www.losev.org.tr/images/image/galleries/2017/karisik/ma_nehir_2017.jpg Erişim Tarihi: 25.10.2017
- http://www.milliyet.com.tr/kan-hastalari-icin-ilacsiz-tedavi-gundem-2526682/ Erişim Tarihi: 30.10.2017
- http://www.romatizmahastaliklari.com/tr/icerik/5/romatoid-artrit Erişim Tarihi: 05.12.2017
- http://psikiyatri.org.tr/uploadFiles/842017213359-depresyonbilgilendirme.pdf Erişim Tarihi: 22.01.2018
- http://www.ttb.org.tr/mevzuat/index.php?option=com_content&view=article&id=288:genl-ve-saik-aretleryetmel&-catid=2:ymelik&Itemid=33
- http://www.yeditepeepilepsisiz.com/epilepsi/13/ Erişim Tarihi: 29.09.2017
- http://www.yeditepehastanesi.com.tr/doctor/gazi-yasargil Erişim Tarihi: 09.09.2017
- https://cohrsph.surge.sh/humanneuroanatomyatextbrainatlasandlaboratorydissection.html Erişim Tarihi:05.09.2017
- https://industryolog.com/triz-yaratici-problem-cozme-teorisi Erişim Tarihi:05.09.2017
- https://neu.edu.tr/wp-content/uploads/2015/11/SOLUNUM-S%C4%B0STEM%C4%B0-F%C4%B0ZYOLOJ%-C4%B0S%C4%B0.pdf Erişim Tarihi: 30.10.2017
- https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/a%C3%A7sap3.pdf Erişim Tarihi: 19.12.2017
- https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/a%C3%A7sap40.pdf Erişim Tarihi: 19.12.2017
- https://www.biyografi.net.tr/gazi-yasargil-kimdir/ Erişim Tarihi:09.09.2017
- https://www.medicalpark.com.tr/kireclenme-nedir/hg-99 Erişim Tarihi: 08.11.2017
- https://www.onkim.com.tr/menuis/gobek-kordonu-kordon-kani.pdf Erişim Tarihi: 05.12.2017
- www.itf.istanbul.edu.tr/fizyoloji/Ogretim_Uye_ve.../Nesrin.../Kas_Fiz_2009.ppt Erişim Tarihi:05.10.2017
- www.tdk.org.tr
- www.tsn.org.tr/pdf/Turkiye_Bobrek_Hastaliklari_Onleme_ve_Kontrol_Programi.pdf Erişim Tarihi: 19.11.2017

123RF SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER

Kapak görseli
37591849

1.Ünite 1.Bölüm

Okuyorum Görseli 1 (26790923)
Deney 1 Görseli (24608169)
Görsel 1.2 (39366606 düzenlenmiştir)
Görsel 1.3 (27898977 düzenlenmiştir)
Görsel 1.4 (78170200, 79333278, 83768178 düzenlenmiştir)
Görsel 1.7 (54018269 düzenlenmiştir)
Görsel 1.8 (14830050 düzenlenmiştir)
Görsel 1.9 (39657284 düzenlenmiştir)
Görsel 1.10 (22971484)
Görsel 1.11 (33529665)
Görsel 1.12 (83022411 düzenlenmiştir)
Görsel 1.13 (83022411 düzenlenmiştir)
Görsel 1.14 (71763811 düzenlenmiştir)
Görsel 1.15 (33038080 düzenlenmiştir)
Görsel 1.16 (9197812)
Görsel 1.17 (80715761 düzenlenmiştir)
Görsel 1.18 (14251060 düzenlenmiştir)
Görsel 1.20 (41977540 düzenlenmiştir)
Görsel 1.21 (41437362 düzenlenmiştir)
Görsel 1.22 (19490585, 35141837 düzenlenmiştir)
Görsel 1.23 (44929454)
Görsel 1.24 (44626968 düzenlenmiştir)
Görsel 1.25 (44339377)
Görsel 1.27 (15842433)
Görsel 1.29 (13819012)
Görsel 1.30 (28075830 düzenlenmiştir)
Görsel 1.32 (15616502)
Görsel 1.33 (22773494 düzenlenmiştir)
Görsel 1.34 (9727799)
Görsel 1.35 (12772769, 13300240 düzenlenmiştir)
Görsel 1.37 (13300240)
Görsel 1.38 (58810269)
Görsel 1.39 (16481968, 28516012)
Görsel 1.40: (67566690)
Görsel 1.41 (60675779)
Görsel 1.42 (36226632)

1. Ünite 2. Bölüm

Okuyorum (70428494)
Görsel 1.43 (42458765)
Görsel 1.44 (27278066)
Görsel 1.45 (47719979)
Görsel 1.47 (27277934)
Görsel 1.48 (14557744, 26034949, 22591070, 45354377)
Görsel 1.51 (44208921)
Görsel 1.52 (33802022)
Görsel 1.53 (17709304)
Görsel 1.56 (13282822 düzenlenmiştir)
Görsel 1.58 (11222990,11578737 düzenlenmiştir)
Görsel 1.59 (12476217)

1.Ünite 3.Bölüm

Kapak Görseli 1 (31809958 düzenlenmiştir)
Okuyorum Görseli 1 (34037457)
Görsel 1.60 (54229205 düzenlenmiştir)
Görsel 1.61 (33450052)
Görsel 1.62 (16437397)
Görsel 1.63 (24193363)
Görsel 1.64 (11779676,40079618 düzenlenmiştir)
Görsel 1.65 (13921154)
Görsel 1.66 (56849662)
Görsel 1.73 (67246683)
Görsel 1.74 (46935707, 26566168)

1.Ünite 4. Bölüm

Kapak Görseli (28352550 düzenlenmiştir)
Okuyorum Görseli 1 (28352550)
Okuyorum Görseli 2 (64547523)
Deney 5 Görseli (37857651)
Yapalım-Öğrenelim 4 Görseli (39001540)
Görsel 1.75 (41057682 düzenlenmiş)
Görsel 1.80 (23684900)
Görsel 1.81 (60459666)
Görsel 1.83 (14192059)
Görsel 1.86 (48731751)
Görsel 1.87 (16032409 düzenlenmiştir)
Görsel 1.90 (27277777)
Görsel 1.91 (16456222)

1. Ünite 5. Bölüm

Görsel 1.94 (11713021,20185432 düzenlenmiştir)
Görsel 1.95 (33550132, shutterstock532204657 düzenlenmiştir)
Görsel 1.96 (14104636)
Görsel 1.97 (23977127 düzenlenmiştir)
Görsel 1.98 (40810528, 23977127,47868559 düzenlenmiştir)
Deney 6 Görseli (33550132 düzenlenmiştir)
Görsel 1.99 (23684894 düzenlenmiştir)
Görsel 1.102 (16988086,16988139 düzenlenmiştir)
Görsel 1.103 (11387384)
Görsel 1.104 (31392176)

1. Ünite 6. Bölüm

Kapak Görseli (9470822)
Okuyorum Görseli (14671229 düzenlenmiştir)
Deney 7 Görseli (27162474)
Görsel 1.105 (27444459, 29040633 düzenlenmiştir)
Görsel 1.106 (34431590, 27453984)
Görsel 1.108 (34420763 düzenlenmiştir)
Görsel 1.114 (47999985)
Görsel 1.115 (45065528 düzenlenmiştir)

1. Ünite 7. Bölüm

Kapak Görseli (0324386)
Görsel 1.116 (26880160)
Görsel 1.120 (59314108)
Görsel 1.122 (16988047)
Görsel 1.125 (31131445 düzenlenmiştir)
Görsel 1.126 (63923714 düzenlenmiştir)
Görsel 1.127 (11578745 düzenlenmiştir)
Görsel 1.129 (14672526 düzenlenmiştir)
Görsel 1.131 (20957785,14672526)
Görsel 1.132 (76639157 düzenlenmiştir)
Görsel 1.133 (35277277)
Görsel 1.134 (76682858)

2. Ünite 1. Bölüm

Deney 8 Görseli (66588933,72976860)
Görsel 2.2 (31060556)
Görsel 2.3 (25227684)
Görsel 2.7 (29821083, 53103077)
Görsel 2.8 (79610091, 5643744)

BU KİTAP İÇİN TASARIMCILAR TARAFINDAN ÇİZİLEN TABLO, GRAFİK VE GÖRSELLER

1.Ünite 1.Bölüm

Tablo 1.1, Tablo 1.2,
Tablo 1.3, Tablo 1.4,
Görsel 1.1, Görsel 1.5,
Görsel 1.6, Görsel 1.19,
Görsel 1.26, Görsel 1.28
Görsel 1.31, Görsel 1.36

1. Ünite 2. Bölüm

Tablo 1.5,Tablo 1.6,
Grafik 1.1, Grafik 1.2,
Görsel 1.57, İşbirlikli Kavram Haritası 1

1. Ünite 3. Bölüm

Tablo 1.7,
Görsel 1.67,Görsel 1.68,
Görsel 1.69, Görsel 1.70,
Görsel 1.71, Görsel 1.72

1. Ünite 4. Bölüm

Tablo 1.8, Tablo 1.9,
Grafik 1.3, Grafik 1.4,
Grafik 1.5, Grafik 1.6,
Görsel 1.77,
Görsel 1.79, Görsel 1.82,
Görsel 1.84, Görsel 1.89,
Görsel 1.92, Görsel 1.93
Disiplinlerarası iş birliği görseli

1. Ünite 5. Bölüm

Görsel 1.100, Görsel 1.101,
Görsel 1.107, İşbirlikli Kavram Haritası 2

1. Ünite 6. Bölüm

Tablo 1.10, Tablo 1.11, Tablo 1.12,
Görsel 1.109,
Görsel 1.110, Görsel 1.111,
Görsel 1.112, Görsel 1.113,
İşbirlikli Kavram Haritası 3

1. Ünite 7. Bölüm

Tablo 1.13
Görsel 1.117,
Görsel 1.119, Görsel 1.121,
Görsel 1.123, Görsel 1.124,
Görsel 1.128, Görsel 1.135,
Görsel 1.136, İşbirlikli Kavram Haritası 4

2. Ünite 1. Bölüm

Grafik 2.1, Grafik 2.2,
Grafik 2.3, Görsel 2.4,
Görsel 2.9, İşbirlikli Kavram Haritası 5

2. Ünite 2. Bölüm

Grafik 2.4, Grafik 2.5,
Grafik 2.6, Grafik 2.7,
Grafik 2.8, Grafik 2.9,
Harita 2.1, Harita 2.2

SHUTTERSTOCK SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER

1. Ünite 1. Bölüm

Kapak Görseli (66358177)
Okuyorum 1 Görseli (169291823)
Okuyorum 2 Görseli (317669285)
Deney 2 Görseli (317544605)
Okuyorum 3 Görseli (421923883)

1. Ünite 2. Bölüm

Kapak Görseli (383061220)
Okuyorum Görseli (617148032)
Görsel 1.54, Görsel 1.55 (518121223 düzenlenmiştir)

1. Ünite 3. Bölüm

Okuyorum Görseli (92365486)

1. Ünite 4. Bölüm

Okuyorum Görseli 1 (278668700)
Okuyorum Görseli 2 (367715540)
Deney 4 Görseli (599661359 düzenlenmiştir)

1. Ünite 5. Bölüm

1. Ünite 5. Bölüm Kapak Görseli (411147577 düzenlenmiştir)
Okuyorum Görseli (653819893)

1.Ünite 7. Bölüm

Kapak (0324386)
Görsel 1.131 (458873815, 45887377, 458873797, 458874253, 458875555, 293545148)

2. Ünite 1. Bölüm

Okuyorum Görseli (549302785)
Görsel 2.1 (562792219, 578903656)
Görsel 2.5 (424352959, 477893593)
Görsel 2.6 (131390423)
Görsel 2.7 (c) (599764136)

2. Ünite 2. Bölüm

Görsel 2.10 (152786612, 556420432)
Görsel 2.11 (116846377, 103683413)
Görsel 2.12 (633577136, 581162608)

GENEL AĞ ADRESLERİ

1. Ünite 1. Bölüm

Mahmut Gazi Yaşargil Görseli (http://www.hakkindaoku.com/wp-content/uploads/2014/12/gazi-yasargil-hayati-kimdir-kisaca.jpg, Erişim Tarihi: 20.09.2017)
İbn Sina Görseli (httpsrawsly.wordpress.com20130809ibn-i-sina-buyuk-ustad-filozof-ve-hekim; httpswww.nlm.nih.govhmdara-bicimagesp5204a.jpg; httpwww.teheran.irspip.phparticle1571#gsc.tab=0, düzenlenmiştir. Erişim Tarihi: 23.01.2018)

1. Ünite 2. Bölüm

Görsel 1.46 (http://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=574&sectionid=42524594, Erişim Tarihi: 26.09.2017)
Görsel 1.49 (http://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=574&sectionid=42524594, Erişim Tarihi: 27.09.2017)
Görsel 1.50 (http://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=574&sectionid=42524594, Erişim Tarihi: 27.09.2017)

1. Ünite 4. Bölüm

Görsel 1.76 (httpwww3.istanbul.edu.tritffizyolojiOgrenci_IsleriDers_NotlariKardiyopulmoner_ve_kan_fizyolojisi_(3_yy)Prof_Dr_Muge_Devrim_UcokKalp_Kasinin_%20Fizyolojik_Ozellikleri.ppt, Erişim Tarihi: 11.10.2017)
Görsel 1.78 (36278507atartoplarkılcal httpweb.itu.edu.trgulmeztBIO102bio102chapt12-TR.pdfsyf.52, Erişim Tarihi: 12.10.2017)
Görsel 1.85 (httpweb.itu.edu.trgulmeztBIO102bio102chapt12-TR.pdfkanplazmatüpü düzenlenmiştir, Erişim Tarihi: 12.12.2017)
Görsel 1.88 (39001540l,httpweb.

itu.edu.trgulmeztBIO102bio102c-hapt12-TR.pdfFig12.47 düzenlenmiştir, Erişim Tarihi: 18.10.2017)

1. Ünite 7. Bölüm

Görsel 1.118 (http://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=574&sectionid=42524608, Erişim Tarihi: 08.11.2017)

2. Ünite 1. Bölüm

Okuyorum Görseli (http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/zombi/karıncalar, Erişim Tarihi: 23.11.2017)

HAK SAHİBİNDEN İZİN ALINARAK KULLANILAN GÖRSELLER

2. Ünite

Kapak Görseli Ali Kaya'dan alınmıştır.

2. Ünite 1. Bölüm

Kapak Görseli Ali Kaya'dan alınmıştır.

2. Ünite 1. ve 2. Bölüm

Hazırlık Soruları fon görseli Ali Kaya'dan alınmıştır.

2. Ünite 2. Bölüm

Kapak görseli Ali Kaya'dan alınmıştır.
Okuyorum Görseli Ali Kaya'dan alınmıştır.
Görsel 2.2 (b) Ali Kaya'dan alınmıştır.
Görsel 2.6 (a) Ali Kaya'dan alınmıştır.
Görsel 2.7 (ç) Ali Kaya'dan alınmıştır.